Populaire Electronica

3

F. 2.25 / Bfr. 33

nieuw QUALITY MAGAZINE

o.a. in dit nummer:

Weten vóór meten: hoe werkt een universeelmeter en wat zit er in?

Kassette in de auto: van 12 volt naar 7,5 volt met vijf onderdelen.

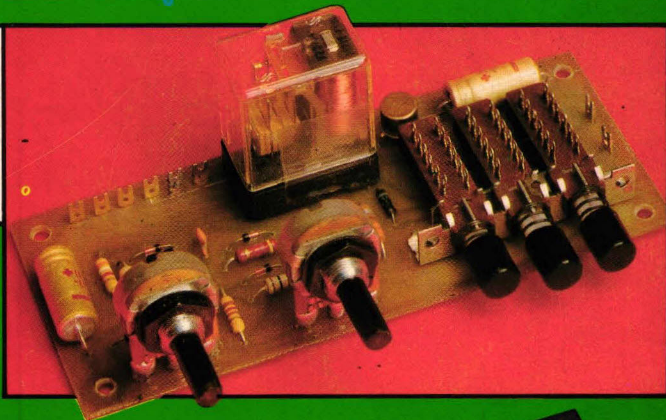
Waarom werkt het zo? Zinvolle vraag, voor wie wil weten wat FET's en UJT's zijn.



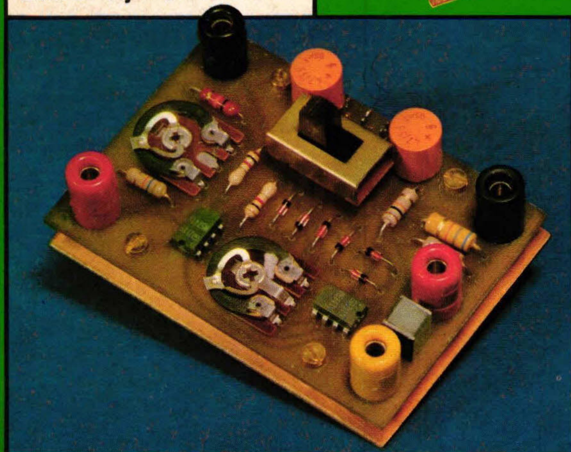
TEST

Wij testten voor U de LIFE LT-801 universeelmeter.

Wis-auto-maat
Een luukse ruitenwisserregelaar met instelbaar aantal slagen en regelbaar interval.



Spanningsloep
Uw 5 volt meterschaal wordt opeens goed voor 0,5 volt, zowel bij DC als AC.





Elektro-toto
Spel en lering gaan samen bij deze gok-automaat.

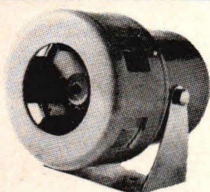
Condities: Postorders rembours of bij vooruitbetaling (ook met bank- of giro-cheque). Franco verzending boven f 100,– bij vooruitbetaling franco boven f 50,–. Voor Belgie alleen bij vooruitbetaling.



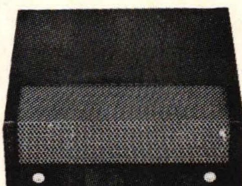
electronica

HOOFDSTRAAT 5 EMMEN
Tel. 05910 - 13580

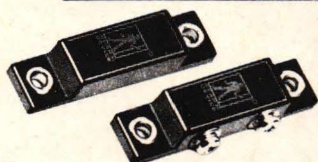
Zwanestraat 24-24a-26-26b Groningen
Tel. : 050-128890-133793
Giro : 852778
Bank: ABN-gron.nr.: 57.01.23.569
NMB-gron.nr.: 66.97.65.112



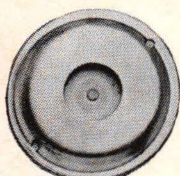
BS-11 Sirene met doordringende toon 12V / 1A *f* **37,75**
BS-14 Sirene idem 220V / 0,2 A *f* **60,50**



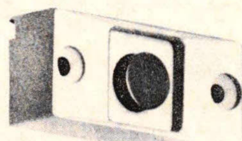
EM-30DS Ultra-sonor inbraakalarm *f* **417,50**



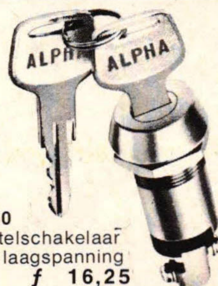
SAS-1R Deur-venster kontaktpaar *f* **11,25**



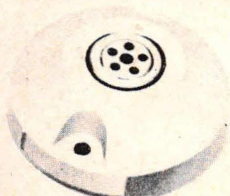
BU-12 Akoestische signaalgever (zoemer) 12V / 50 mA *f* **8,50**



f **5,95**
NS-50 Alarm-handschakelaar



NS-30 Sleutelschakelaar voor laagspanning *f* **16,25**



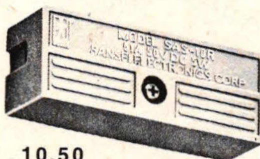
SAS-20 Warmte-voeler voor brandalarm 60° C ± 5° C *f* **12,95**



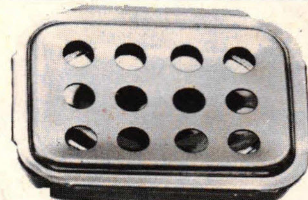
BL-100 Alarmbel *f* **53,50**



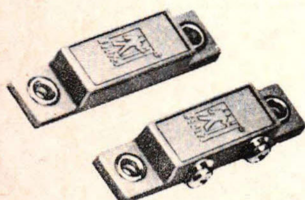
MM-10 Sub-miniatuur microfoonkapsel 9,6 x 13,2 x 5,1 mm *f* **18,75**



f **10,50**
SAS-10R Trilkontakt instelbaar



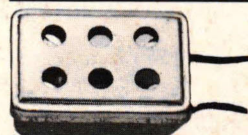
MC-3 Microfoonkapsel/kristal 35 x 25 x 8 mm 1,5 mV *f* **5,95**



SAS-1A Deur/venster kontaktpaar *f* **10,25**



MCS-201 Reedschakelaar 200V= / 0,5 A *f* **15,50**



MC-41 Microfoonkapsel/kristal 15 x 21 x 7 mm *f* **5,35**

Populaire Electronica

BORN

Tweemaandelijks tijdschrift voor eenvoudige elektronica

1e JAARGANG 3

Inhoud

Advertenties

Uitgave van:
Uitgeversmaatschappij Born B.V.
Esstraat 10 - Postbus 22 - Assen

Verschijnt zes maal per jaar.
Losse nummers ƒ 2,25, Bfr 33.

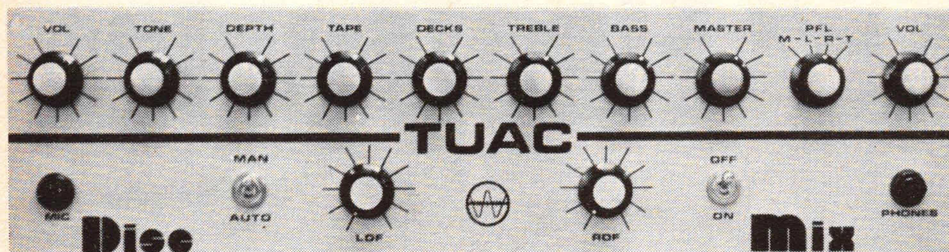
Abonnementen ƒ 12,—, te voldoen door vooruitbetaling op postgiro 23 95 333 t.n.v. Born B.V. te Assen, onder vermelding: **nieuw abonnement Populaire Electronica.**

Telefonische informaties over PE: 05920-11 6 41, echter uitsluitend over administratieve aangelegenheden. Telefonisch contact met de redactie is helaas **niet** mogelijk.

Redaktie:
jan pas
wil leiner
jeever tenstra

Redaktieadres:
Postbus 441 - Maastricht 5000

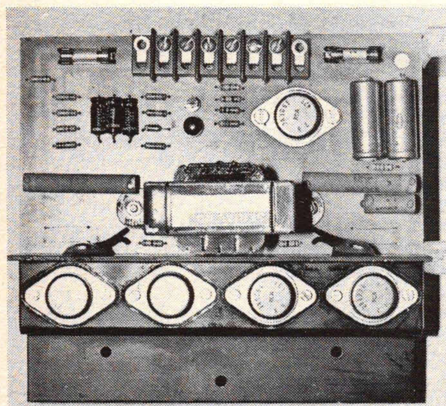
De TUAC discotheek mixer-unit is het eindprodukt van nauwe samenwerking tussen veeleisende disc-jockeys en electronica specialisten en biedt dan ook voorzieningen die aan vrijwel alle wensen voldoen. Eenvoud van bediening, kwaliteit tegen een lage prijs en zo groot mogelijke betrouwbaarheid bij intensief gebruik zijn in alle opzichten punt van uitgang geweest.



Aanwezige voorzieningen:
2 P.U. ingangen met fader controle, mic. ingang met volume regeling en toonregeling, tape ingang met volumeregeling, hoog- en laag regeling voor P.U. ingangen, master volumeregeling, P.F.L. (pre-fade-listen) middels hoofdtelefoon op alle funkties, volumeregeling voor hoofdtelefoon, automatische inprater met mogelijkheid tot handgeschakelde overbrugging. Volledig instelbare diepteregeling voor inprater, bandrecorder uitgang, keuze uit twee signaal uitgangsniveaux, keuze uit twee voedingsspanningen.

Prijs: geheel kompleet en gemonteerd op epoxy printplaat incl. B.T.W. Fl. 245,—

Technische gegevens:
P.U. ingangsgevoeligheid: 150 mV. aan 1 MOhm.
Mic. ingangsgevoeligheid: 2 mV. aan 10 kOhm.
Tape ingangsgevoeligheid: 30 mV. aan 47 kOhm.
Mic. toonregeling: hoog 15 dB, laag 10 dB.
P.U. roonregeling: 38 dB/20 Hz, 35 dB/10 kHz.
Diepteregeling auto-fade: 35 dB.
Auto-fade gevoeligheid: 1 mV. signaal voor volle fade.
Hoofdtelefoon: 150 mW. r.m.s. aan 15 Ohm (8 Ohm stereo), Freq.bereik: 40 Hz - 15 kHz ± 2 dB.
Max. uitgangssignaal: 1,5 V. r.m.s. aan 330 Ohm.
Max. uitgangssignaal: 200 mV. r.m.s. aan 100 Ohm.
Voeding: 30 V. of 45 V. bij 150 mA.
Afmetingen frontplaat: 45,5 x 11,5 cm.



125 Watt eindversterker module.

(informeert U ook eens naar onze TUAC eindversterker modules. Geheel gemonteerd, in 60, 100 en 125 Watt r.m.s. (aan 8 Ohm!!) uitvoeringen.

Alleen vertegenwoordiging voor Nederland en België

BRUMAS SOUND

Boornestraat 61,
's-Hertogenbosch
Postgiro 3147916
Tel. 073-143261

HH HALTRONIC HH

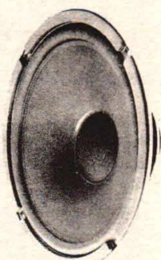
Hoensbroek Grubbelaan 2
Tel. 045 - 214546

Printplaat op maat
Epoxy enkelz. 1,6 mm *1,—*

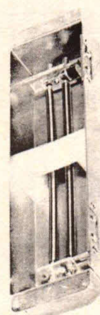
Prijs per dm²
Phenol enkelz. 1,6 mm **0,66**

'n greep uit ons luidsprekerprogramma:

HL 1-0,2W - 400/4.500 Hz	**2,95**
HL 2- 1W - 140/16.000 Hz	**5,15**
HL 3- 2W - 140/10.000 Hz	**7,85**
HL 4- 5W - 75/15.000 Hz	**20,55**
HL 5- 8W - 50/19.000 Hz	**20,—**
HL 6-10W - 42/20.000 Hz	**28,—**
HL 7-15W - 1.500/20.000 Hz	**19,75**



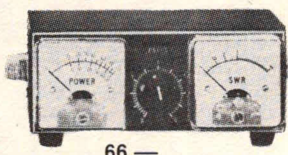
HL 8-15W - 30/1.200 Hz	**27,85**
HL 9-20W - 700/7.000 Hz	**14,35**
HL 10-30W - 50/10.000 Hz	**43,50**
HL 11-30W - 2.000/20.000 Hz	**24,45**
HL 12-40W - 30/20.000 Hz	**44,95**
HL 13-60W - 700/10.000 Hz	**48,70**
HL 14-80W - 2.500/20.000 Hz	**37,75**







Hi-fi kwaliteit condensator microfoon **75,—**

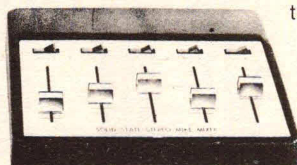


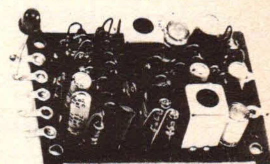
66,—



F.M. afstemeenheid ST-300C
88-108 MC 6 sillicium transistor **47,50**

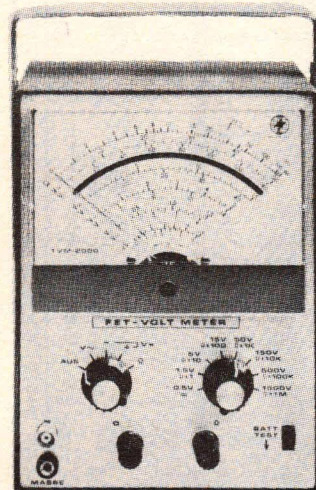
RE 4. Nagalm unit. **17,50**
2 speakers ingang 15 ohm
2 speakers uitgang 30 ohm
Nagalmtijd 2,5 seconden.



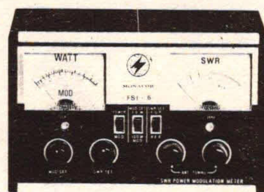


MPX 1000 Mengpaneel **175,—**
20-20.000 HZ 2 mike ingangen
2 grammofoon ingangen (stereo)
2 bandrecorder of tuner ingangen

D 45 Bijpassende stereo decoder **44,50**



205,—



FSI 6. NIEUW **275,—**
SWR brug 3-150 MC
Watt meter 2 bereiken
10/100 Watt
Modulatiemeter AM 0-100%
Antenne aanpassing,
11-100 meter en 2 meter.



87,50

Leveringen onder rembours of tegen vooruitbetaling boven *f* 25,—.
Denkt u aan de portokosten!
Inlichtingen alleen telefonisch.
Prijzen incl. 16 % BTW.
Maandagmorgen gesloten.

Eindversterkermodule voor 'zwarte-doosjes-versterker'	**57,50**
Originele koelblok hiervoor, lengte 5 cm	**2,95**
Lichtorgelmodule	**15,50**

HH HALTRONIC HH **Hoensbroek Grubbelaan 2 Tel. 045 - 214546**

● 5 x 2N2646 7.50	▲ 5 x 2N3819 7.50	▲ 30 x cv9637 7.50	▲ 6.2 v 6.8 v 7.5 BZX 79 3 x elk 7.50	● 50 x 1N914 7.50	● 50 x OA182 7.50	● 10 x 2N2219 7.50	▲ 10 x 2N2904 7.50	▲ 4 x BRY 39 7.50	▲ 12 x BC213 7.50
● 30 x BC108 7.50	● 30 x BC177 7.50	▲ 7 x AF125 7.50	▲ 10 x AC128 7.50	▲ Jumbo Ø 5 mm 6x L.E.D. 7.50	▲ 8 x BC303 7.50	▲ 8 x OC45 7.50	▲ 7 x BSX19 7.50	▲ 7 x 2N930 7.50	▲ kort 8 x BF115 7.50

▲ DL 704 7.50 + data sheet sturing 7448

▲ 1/4 w weerstanden pakket 7.50 5 %
3 × 47-56-68-120-150-390-470
3 × 560-680-820 1 × 100
3 × 1k-1.5-2.2-3.9-4.7-5.6-6.8-8.2
3 × 10-15-22-39-47-56-68-82k
3 × 150-270-470-560-680-820k
1 × 1M
± 100 stuks

ORBIT ELECTRONIC
Nuboxstraat 20
Nibbixwoud (NH).(02297) 2074
Giro. 3131114 Nibbixwoud.
Rabo Bank. 313571996 A.dam.
t.n.v. D.Kriek Hawkes.

▲ 100 v 15 A 115 W
NPN POWERS
4 x GP 300 7.50
evq. 2N3055–BDY11–20

● ▲ 7.50 8 × 7400	▲ 7.50 8 × 7401	● ▲ 7.50 8 × 7402	● ▲ 7.50 8 × 7404	● ▲ 7.50 8 × 7410	● ▲ 7.50 8 × 7420	● ▲ 7.50 8 × 7430	● ▲ 7.50 8 × 7440	▲ 7.50 2 × 7442	● ▲ 7.50 2 × 7447
7.50 ● ▲ 2 × 7448	● ▲ 7.50 5 × 7473	7.50 ● ▲ 3 × 7475	● ▲ 7.50 5 × 7486	7.50 ▲ 3 × 7490	● ▲ 7.50 5 × 709	7.50 ▲ 3 × 7493	● ▲ 7.50 4 × 741	7.50 ▲ 1 × saj 110	7.50 ▲ 2 × NE555

7.50 ▲ BZY 93 6 × 15v

alle Paks getest
Semiconductors GUARANTEED SATISFACTION
▲ gestempeld
● ongestempeld

● ▲ 7× 7413 7.50 let op!!!

● F.E.T.s. gemengd P + N channel 50 stuks ongetest 7.50

▲ "CLOCK ON THE CHIP" MM5316 + data ongetest 7.50

telefonische bestellingen ook ma.wo.vr. savonds tot 9 uur Levering bij vooruit betaling of onder rembours porto fl.1

EENVOUD, EEN GEKOMPLICEERD BEGRIP

Alvorens over eenvoud, en de problemen daarrond te praten, eerst ekskuses aan de lezers. In de eerste plaats voor het lange uitblijven van het tweede nummer. De vertraging was zo groot, dat sommigen reeds dachten, dat 'Populaire Electronica' zacht verscheiden was, en het eerste en enige nummer ooit nog wel eens antikwarische waarde zou krijgen.
Niets was minder waar, het probleem was dat de uitgeverij, waar dit tijdschrift gezet en gedrukt wordt, nog heel wat meer pijlen op haar boog heeft, en het even moeilijk was deze nieuweling een plaats tussen de massa's te produceren tijdschriften te bezorgen. Ondertussen zijn er keiharde tijdschema's opgesteld tussen redaktie en uitgeverij, zodat gehoopt mag worden dat de volgende nummers stipt van de persen zullen rollen.
Door dit tijdschema kwam de redaktie wel even in tijdnood bij de voorbereiding van dit derde nummer. De kopij moest namelijk al eind december naar de zetterij, en vandaar dat een aantal beloofde artikelen niet op tijd klaar waren. Deze zijn vervangen door op iedere redaktie klaarliggende noodartikelen. Of deze minder leuk zijn dan de beloofde, of misschien zelfs leuker, moet U zelf maar uitmaken!

Na dit gegluur door een kier van de deur, die bij de meeste tijdschriften om een of andere reden zorgvuldig gesloten blijft voor de buitenwereld, komen we bij de titel van dit redaktioneel.
Zoals bekend mag worden verondersteld, is het onze bedoeling met 'PE' een tijdschrift te brengen, waarvan de kolommen hoofdzakelijk zijn samengesteld uit de ingrediënten eenvoud en bruikbaarheid.
Na het verschijnen van het tweede nummer zijn er nogal wat reakties geweest in de zin van: 'Zie je wel, na één nummer beginnen ze al bijna een half tijdschrift te vullen met de bouwbeschrijving van een ingewikkelde versterker', of: 'Wie wil nu een versterker met een moeilijk te verkrijgen moduul en bovendien twee volume-, hoog- en laagknoppen!'.
Het beschrijven van de 'Zwarte-doosjes-versterker' is eerst na lang beraad gebeurd. We wisten ook wel, dat dit voor 'PE' de uiterste grens was. Toen we besloten hadden de gok te wagen, en toch een kompleks ding als een stereo-versterker te beschrijven, zochten we naar een metode om deze zo eenvoudig mogelijk te presenteren.
Dus: geen ingewikkelde transistoreneindversterkers met afregelingen en moeilijke gelijkspanningstegenkoppelingen, maar een kant en klaar moduul. Verder: zo weinig mogelijk bedrading en geen prints als tafelbladen zo groot, dus een mono-eindversterker met potmeters op de print (Overigens, hoeveel dure versterkers zijn er niet met gescheiden regel-elementen?). Bovendien: zo uitgebreid mogelijke bouwbeschrijving, dus weinig tekst en uitleg over de elektronische werking van de schakeling. Tenslotte: de nabouwende lezers geen twee maanden later wachten op het vervolg van de versterker, maar de hele toestand in één hap in het tijdschrift.

Uiteraard hebben we alle opmerkingen in onze oren geknoopt. Uit deze hele situatie blijkt eens te meer, dat een redaktie, die een tijdschrift wil maken VOOR de lezers niet kan zonder een sterke, stabiliserende, negatieve terugkoppeling van dezelfde lezers.
Vandaar dat we gelukkiger zijn met één lezersbrief met kritiek en opmerkingen, dan met tien 'Oh, wat mooi'-epistels (alhoewel, deze laatsten zijn natuurlijk ook welkom).
Tenslotte moet ons toch een belangrijke opmerking over die eenvoud van het hart. De eenvoud van een schakeling is natuurlijk niet een op zichzelf staand begrip. Meestal kan men stellen, dat de eenvoud omgekeerd evenredig is met de prestatie van een bepaald apparaat. En daar onderdelen duur zijn, tegenwoordig, en lang niet iedereen onbeperkt uit de postgiro kan putten voor het bevredigen van zijn elektronische driften, zijn we niet van plan ooit schakelingen te produceren, enkel en alleen om eenvoudig te doen. Goede bruikbaarheid blijft voorop staan!

In dit nummer zult U bij de bouwbeschrijvingen een opgave van de bouwkosten aantreffen. Vrij veel briefschrijvers hebben ons daar naar gevraagd.
Overigens moet U ons niet vastspijkeren op die prijzen: wij doen gewoon, wat iedere nabouwer in feite ook kan doen. Enige katalogi van grote elektronika postorderbedrijven naast elkaar leggen en een optelsommetje maken. Dat de prijzen van onderdelen nogal eens willen afhangen van het aantal onderdelenzaken in een stad, is iets wat wij ook niet kunnen verhelpen!

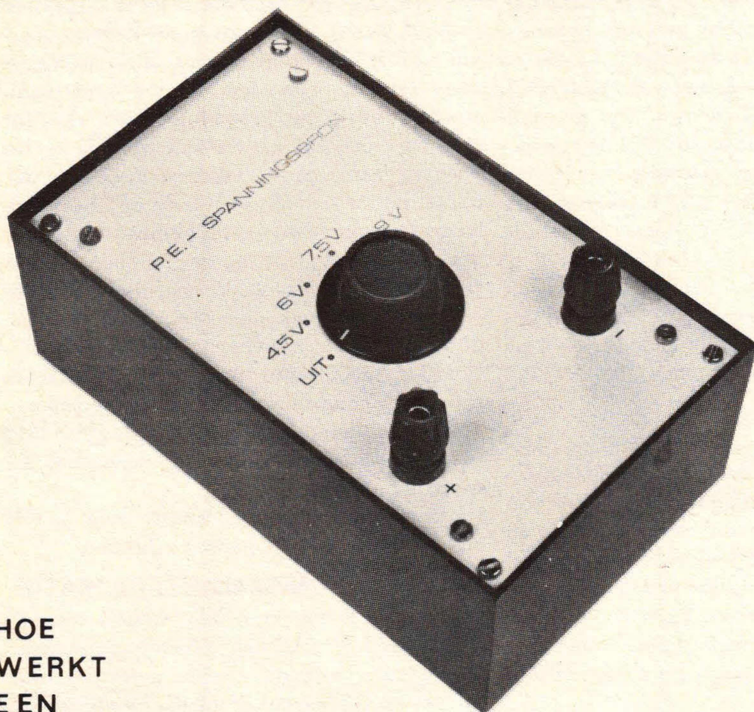
de redaktie

PRINTSJOP

Voor alle in 'PE' beschreven nabouwschakelingen kunnen bij de redaktie prints besteld worden. De prints zijn uitgevoerd in epoxy, zijn volledig op maat voorgeboord en voorzien van een soldeerflux afdeklaag. De levertijd is ongeveer twee weken. Alle prijzen zijn inklusief BTW en verzendingskosten.
Door een forse prijsverhoging van onze printfabrikant moeten wij de prijzen helaas aanpassen. Gelieve bij bestellingen via de postgiro duidelijk het bankrekeningsnummer bij uw bestelling te vermelden, anders weet de bank niet voor wie de overschrijving bedoeld is!
De prints kunnen besteld worden door overschrijving van het bedrag op rekening:
57 62 10 498 Algemene Bank Nederland - Maastricht
Redaktie 'Populaire Electronica'
Postbus 441 Maastricht - 5001
Postgiro bank: 103 33 60

Pechblitz	PB-a	Fl 5,16
Elektronisch slot	ES-a	Fl 6,12
Meter zonder meter	ZM-a	Fl 8,59
Peppemop versterker	PV-a	Fl 8,53
Voorversterker Z.D.V.	ZD-a	Fl 7,20
Eindversterker Z.D.V.	ZD-b	Fl 7,92
Torrentester	TT-a	Fl 5 83
Elektro-toto	DS-a	Fl 6,11
Gestabiliseerde voeding	GV-a	Fl 9,85
Wis-auto-maat	WA-a	Fl 7,37
Spanningsloep	SL-a	Fl 5,17

TOTALE BOUWPRIJS: FL 54



SPANNINGSBRON

HOE WERKT EEN GESTABILISEERDE VOEDING ?

Een van de ontwerpen, waar door vele lezers naar gevraagd is, is een eenvoudige voeding, die de dure batterijen kan vervangen, die in de meeste bouwbeschrijvingen in dit tijdschrift gebruikt worden. Nu kan men bij het ontwerpen van zo'n voeding alle kanten op. Een netvoeding kan in principe reeds met recht die naam dragen, als de inhoud uit niet meer bestaat dan een trafootje, een gelijkrichter en een afvlak-elko. De meeste voedingen, die men voor *f* 25,00 kan kopen en bedoeld zijn voor het voeden van een rekenmachientje of een piepkleine draagbare radio, herbergen deze onderdelen tussen de kastwanden. Het toepassingsgebied van dergelijke kastjes is uiteraard zeer beperkt. Vandaar dat het in dit artikel beschreven apparaat wat meer pretenties heeft. Dit kastje, dat de batterijen werkeloos maakt, is een volwaardige gestabiliseerde voeding. De uitgangsspanning is door middel van een schakelaar in te stellen op 4,5; 6; 7,5 en 9 volt. De maksimale stroomafname is ongeveer 0,85 ampère. Om de voeding eveneens bruikbaar te maken voor het spijzen van eksperimentele schakelingen, waarbij een ongelukje meestal snel gebeurd is, is een kortsluitbeveiliging ingebouwd. Kortsluiten van de uitgangsklemmen heeft geen schadelijke gevolgen, maar een langdurige kortsluiting kan sommige onderdelen door oververhitting doen sneuvelen.

WAAROM GESTABILISEERD?

De meest voor de hand liggende vraag is uiteraard waarom een voeding zo nodig gestabiliseerd moet zijn. Het antwoord is eenvoudig: omdat onderdelen niet ideaal zijn.
Een trafo bijvoorbeeld is opgebouwd uit honderden meter koperdraad. En al is koper dan een zeer goede elektrische geleider, helemaal weerstandsloos is niets. Konklusie is, dat de trafo een bepaalde inwendige weerstand heeft, waardoor de uitgangsspanning van de trafo gaat dalen, als hij belast wordt. Ook een gelijkrichterdiode heeft een inwendige weerstand en konsumeert een deel van de beschikbare spanning. De afvlakelko, die tot taak heeft de uitgangsspanning van de voeding op peil te houden, als de gelijkrichter niet werkt, heeft een beperkte kapaciteit. Gevolg is, dat bij belasting de uitgangsspanning gaat variëren op het ritme van de netfrekwentie. Men zegt dat de voeding bromt.

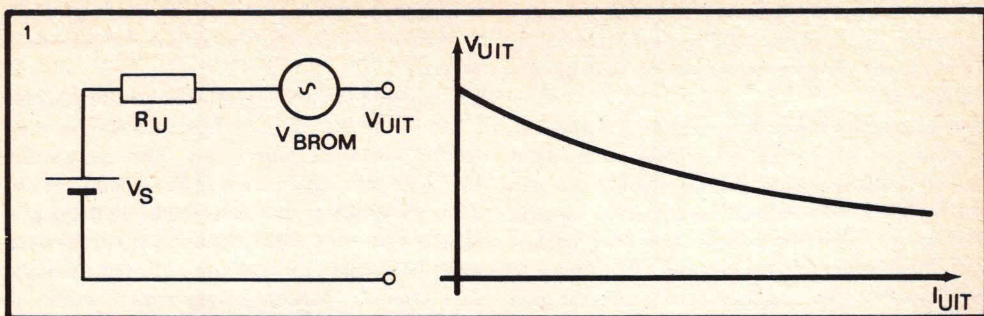
Samenvattend kan deze eenvoudige voeding voorgesteld worden door het schema van figuur 1. Rechts in de figuur is het verloop van de uitgangsspanning getekend in funktie van de belastingsstroom. Als de stroom stijgt, zal ook de spanningsval over de inwendige weerstand toenemen, zodat een kleinere spanning aan de uitgang beschikbaar is. Bovendien gaat de bromspanning toenemen bij stijgende uitgangsstroom.
Al met al voldoet deze voeding niet aan de eisen die aan een goede schakeling gesteld worden: konstante uitgangsspanning en rimpelloze gelijkspanning. Bovendien is de uitgangsspanning niet instelbaar op iedere gewenste waarde.

HET STABILISATIE-PRINCIPE

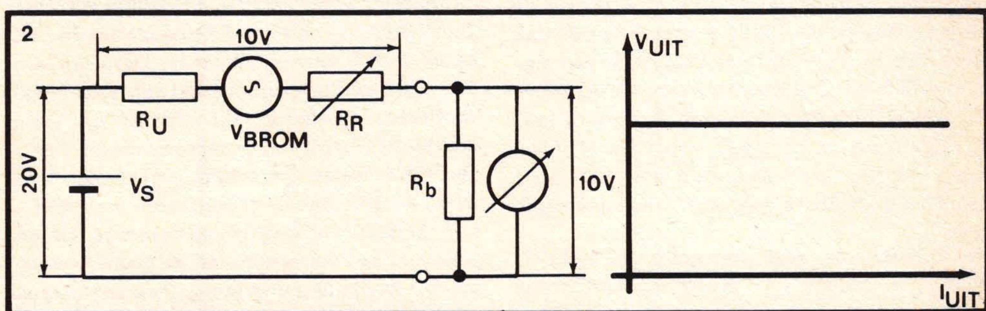
Uit het voorgaande valt af te leiden dat een gestabiliseerde voeding de spanningsval, veroorzaakt door de inwendige weerstand, en de brom op de afvlak-elko moet kompenseren.
In figuur 2 is met een voorbeeld verklaard, hoe dit kan. In serie met de storende elementen Ru en Vbrom wordt een regelbare weerstand Rr opgenomen. De weerstand Rb is de belastingsweerstand, gevormd door het op de voeding aangesloten apparaat. De beschikbare spanning Vu is 20 volt, de uitgangsspanning moet 10 volt zijn.
Het principe van de stabilisatie is, dat men de regelbare weerstand zó instelt, dat voor iedere belastingsstroom er precies 10 volt valt over de serieschakeling van Ru, Vbrom en Rr. De uitgangsspanning blijft dan konstant en dat is nou precies wat gewenst is.
Als de belastingsweerstand groot is, dus als de voeding weinig stroom levert, is de spanningsval over de inwendige weerstand Ru gering en moet de regelweerstand Rr groot ingesteld worden. Stijgt de belastingsstroom, doordat men bijvoorbeeld het volume van de op de voeding aangesloten versterker opendraait, dan stijgt de spanningsval over de inwendige weerstand en moet men dit kompenseren door het verkleinen van de regelweerstand.
Ook de brom, veroorzaakt door de niet ideale afvlakking kan gekompenseerd worden, door de weerstand Rr in snel ritme te variëren.
Tenzij U een butler in dienst heeft, die bereid is tijdens uw elektronische eksperimenten voortdurend de uitgangsspanning van de gebruikte voedingen bij te regelen, is deze oplossing natuurlijk niet ideaal.
Het variëren van de weerstand Rr moet op een of andere manier automatisch gebeuren.

DE ELEKTRONISCHE STABILISATIE

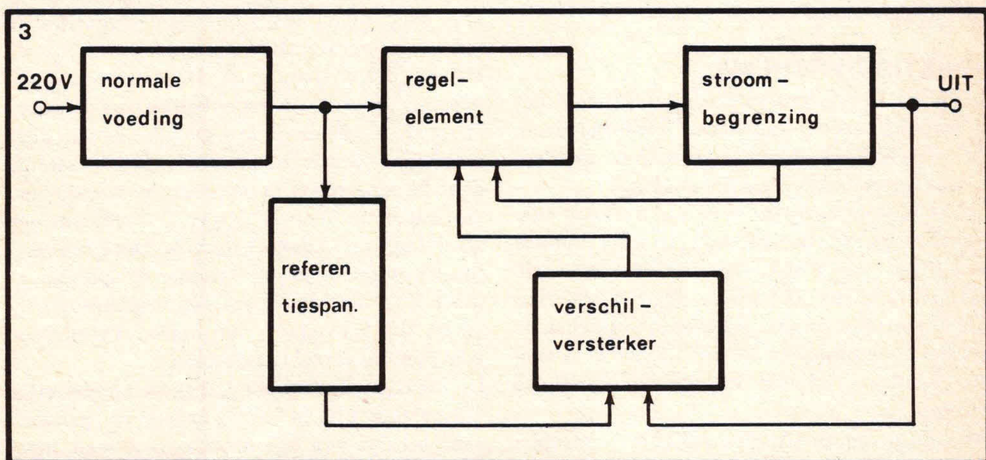
In figuur 3 is het principiële schema van zo'n automatische stabilisatie-schakeling getekend. Links is de 'normale' voeding getekend, waar we tot nu toe zoveel problemen mee hadden, mét ingeboren inwendige weerstand en niet ideale afvlakking. Tussen de uitgang van deze blok en de uitgang van het sisteem staat het regelelement, de weerstand Rr uit figuur 2.
Het regelen van dit regelelement gebeurt met een zogenaamde verschilversterker. Deze meet de uitgangsspanning van de voeding en vergelijkt die met een gegarandeerd konstante referentiespanning. De verschilversterker regelt het regelelement zo, dat de uitgangsspanning van de voeding gelijk wordt aan de referentiespanning. Deze verschilversterker werkt dus op 'menselijke' wijze. Als U met het schema van figuur 2 een spanning konstant zou moeten houden, dan vergelijkt U de op een voltmeter afgelezen uitgangsspanning met een in uw geheugen opgeslagen referentie (de uitgang moet 10 volt zijn), en regelt de weerstand Rr zó bij, dat de uitgangsspanning gelijk wordt aan de in gedachten gehouden waarde.



Figuur 1. Zo ziet een eenvoudige voeding eruit, als men alle overbodige frutsels weglaat: de serieschakeling van een ideale batterij Vs, een inwendige weerstand Ru en een 'bromgenerator' Vbrom. Dat de uitgangsspanning dadelijk door de knieën zakt, als er enige prestaties gevraagd worden, zal niemand verbazen.



Figuur 2. Met de hand aan de knop van Rr en het oog op de voltmeter V, kan men met deze schakeling de uitgangsspanning konstant houden. Lekker goedkoop, maar gerieflijk is het niet!



Figuur 3. Het universele blokschema van iedere gestabiliseerde voeding: vijf fundamentele blokken, die een gesloten regelsisteem vormen.

In de meeste gevallen wordt de referentiespanning door middel van een hulpschakeling afgeleid uit de uitgangsspanning van de gelijkrichter.
Een belangrijk onderdeel moet nog besproken worden. In serie met het regelelement staat een stroombegrenzing. Als de uitgang van een gestabiliseerde voeding kortgesloten wordt, dan zal de verschilversterker toch nog proberen de gewenste spanning aan de uitgang te handhaven. Het regelelement (meestal een vermogenstransistor) wordt dan zo gestuurd, dat er een zeer grote stroom door de voeding geleverd wordt. Het gevolg is, dat men de helft van de onderdelen door wel funktionerende eksemplaren kan vervangen.
De stroombegrenzing meet de grootte van de uitgangsstroom en als deze groter wordt dan wenselijk is, dan stuurt de begrenzer een signaal naar het regelelement, waardoor de weerstand van dit laatste toeneemt. Uiteraard gaat de uitgangsspanning van de voeding wel dalen, maar dat is in dit geval zeer gewenst, want daardoor blijft de stroom onder de gevaarlijke grens!
Het blokschema, zoals het getekend is in figuur 3, is klassiek voor iedere gestabiliseerde voeding, hoe eenvoudig of hoe gekompliceerd deze ook mag wezen. Het verschil in aantal gebruikte onderdelen (en dus in prijs) heeft alleen iets te maken met de zorg en nauwkeurigheid, waarmee de verschillende blokken van het blokschema zijn uitgevoerd.

PRAKTISCH SCHEMA

In figuur 4 is de praktische vertaling van het principiële schema van figuur 3 weergegeven. De verschillende blokken zijn door geschaduwde oppervlakken weergegeven.
In het blokje 'normale voeding' herkent men alle onderdelen: de trafo met twee sekundaire windingen van 6 volt, die in serie staan; de bruggelijkrichter D 1 en de grote afvlakelko C 1. De gelijkspanning over deze kondensator variëert van ongeveer 17 volt zonder belasting tot ongeveer 11,5 volt bij een belasting van 0,8 ampère.
Over de inwendige weerstand van de komponenten in de voeding valt dus 5,5 volt, bij een stroomvariatie van 0,8 ampère. De inwendige weerstand is dus te berekenen met de wet van Ohm en bedraagt 6,875 ohm. De rest van het schema is nodig om de spanningsval over deze niet geringe inwendige weerstand te kompenseren.
Het regelelement is opgebouwd uit de transistoren T 1 en T 2. Deze laatste halfgeleider is de 'echte' variabele weerstand. Zijn emitter en kollektor zijn opgenomen in de stroomloop van de voeding. Deze transistor moet de uitgangsstroom van de voeding kunnen verdragen, en moet bovendien in staat zijn het vermogen, dat niet door de belasting opgenomen wordt, te verwerken. Een grote vermogenstransistor is hier dus op zijn plaats, zodat de gebruikte 2 N 3055 zich hier best thuis voelt.
Het spreekt vanzelf, dat de basis van zo'n forse transistor een flinke stroom vraagt. Deze grote stuurstroom is niet door de gebruikte verschilversterker op te brengen. Vandaar dat de transistor T 1 tussengeschakeld is. Deze ontvangt aan zijn basis het stuursignaal van de verschilversterker, versterkt dit signaal en stuurt daarmee de basis van de regeltransistor T 2.
De kondensator C 4 is niet principiëel, maar zorgt ervoor, dat de transistoren zich niet in hun geliefkoosd kwajongensspelletje kunnen uitleven: het verzieken van de goede werking van de schakeling door hoog-frekwent te gaan oscilleren.
Uit de sterk variërende spanning over de afvlakelko C 1 moet een stabiele referentiespanning afgeleid worden.
Het hart van deze schakeling is de zenerdiode D 2. Zo'n diode heeft de eigenschap, dat de spanning over de diode onafhankelijk is van de stroom, die er door loopt. Deze stroom wordt geleverd door de serieschakeling van de weerstand R 1 en de diode D 3. De waarde van deze weerstand wordt zo gekozen, dat de stroom door de zenerdiode in het gunstige werkgebied van dit onderdeel ligt. Over D 2 ontstaat een spanning van ongeveer 6,2 volt. Deze referentiespanning is te groot. Vandaar de spanningsdeler R 2 - R 3, die de referentiespanning halveert. Het knooppunt van beide weerstanden gaat naar de verschilversterker.
De funktie van de diode D 3 en de kondensator C 2 moet nog verklaard worden. Dit gebeurd aan de hand van figuur 5. Zoals gezegd, moet de spanning over de zenerdiode zo konstant mogelijk zijn. Dat wil zeggen, dat er ook geen bromspanning over de diode mag verschijnen. Nu is de spanning, waaruit de referentie wordt

afgeleid (de spanning over C 1) overdadig voorzien van brom. De kring D 3 - C 2 rekent af met deze rimpelspanning.

Stel, dat de spanning over C 1 naar haar maksimale waarde stijgt (punt A). De diode D 3 geleidt en laadt kondensator C 2 via weerstand R 1 op tot deze maksimale waarde. Nadien daalt de spanning over de afvlakkondensator C 1 tot een dieptepunt (punt B). Gevolg is, dat de katode van diode D 3 positiever wordt dan de anode, zodat de diode spert. De lading over kondensator C 2 kan dus niet via weerstand R 1 afvloeien en blijft konstant. Het enige spanningsverlies dat optreedt, wordt veroorzaakt door de kleine stroom, die door de zenerdiode en de weerstanden R 2 en R 3 vloeit. Dit verlies wordt bij de volgende top van de spanning over kondensator C 1 (punt A') gekompenseerd. De diode gaat dan immers weer geleiden.

Bij de keuze van de verschilversterker hebben we het onszelf en de nabouwer gemakkelijk gemaakt. In plaats van een versterker met transistoren te bouwen hebben we een kant en klare geïntegreerde operationele versterker IC 1 gebruikt. In dit kleine zwarte doosje zit een hoogwaardige versterkerschakeling met acht transistoren en evenveel weerstanden!

Eén ingang van deze versterker, de positieve, is verbonden met de referentiespanning (knooppunt van de weerstanden R 2 en R 3). De tweede ingang, de negatieve, is aangesloten op de uitgang van de voeding. In tegenstelling tot wat in het blokschema van figuur 3 getekend is, is deze ingang niet rechtstreeks aan de uitgang geknoopt, maar via een weerstandsdeler. Dit heeft alles te maken met het feit, dat de uitgang van de voeding op verschillende waarden instelbaar moet zijn. De weerstanden R 6 tot en met R 13 vormen met schakelaar S 1b niets anders dan een potentiometer. De weerstanden R 7 tot en met R 13 zijn zo gekozen, dat de gewenste uitgangsspanningen van respektievelijk 4,5; 6; 7,5 en 9 volt worden opgewekt. Vandaar, dat er enige weerstanden parallel staan. De geschikte waarde is niet met de normaal in de handel zijnde weerstandswaarden te verwezenlijken.

Tot slot moet de werking van de stroombegrenzer verklaard worden. Dit gebeurt aan de hand van figuur 6. De enige metode om de waarde van een stroom te meten, is het bepalen van de spanningsval, veroorzaakt door deze stroom over een bekende weerstand. Dat gebeurt door weerstand R 5. Deze weerstand is in de stroomloop van de voeding opgenomen. Over de weerstand is de basis-emitter junktie van transistor T 3 geschakeld. Als de voeding wordt verbonden met een apparaat, zal er door de stroomsensor-weerstand een bepaalde stroom vloeien. Hierdoor ontstaat er over dit element een spanning, met de getekende polariteit. De grootte van deze spanning is recht evenredig met de grootte van de stroom, daar zorgt de wet van Ohm wel voor. Zolang de stroom klein is, gebeurt er niets. De transistor T 3 is gesperd en heeft geen enkele invloed op de schakeling.

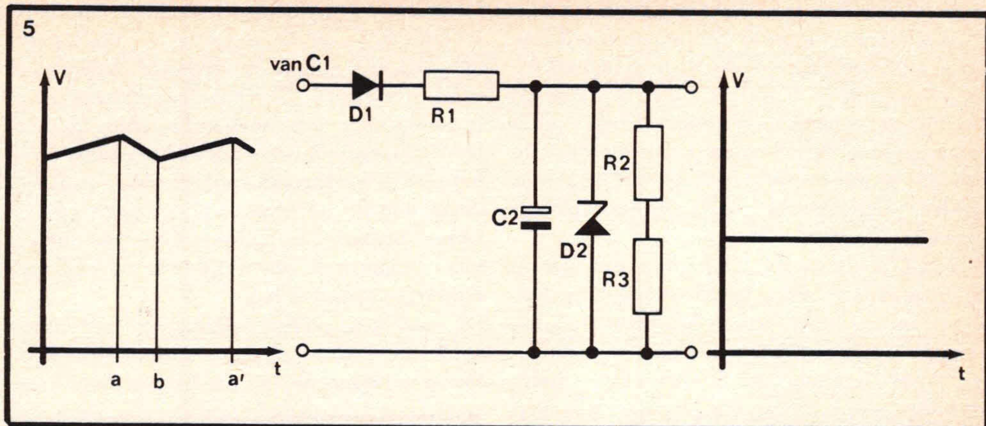
Neemt de stroom toe, dan wordt op een bepaald ogenblik de spanning over de weerstand R 5 groter dan 0,7 volt. De transistor gaat geleiden, waardoor de basis van de gekombineerde regeltransistor T 1+T 2 met de uitgang van de voeding verbonden wordt. Beide transistoren gaan minder geleiden, daar uit figuur 6 af te leiden valt, dat de basis van het regelelement negatiever wordt dan de emitter. De weerstand van de regeltransistor T 2 neemt toe, waardoor de stroom die de voeding kan leveren automatisch kleiner wordt.

Gevolg: de maksimale stroom, die de voeding kan leveren aan de belasting wordt bepaald door de waarde van de weerstand R 5. Hoe groter deze weerstand, hoe minder stroom er nodig is, om over dit onderdeel 0,7 volt op te wekken. Daar de maksimale stroom van de voedingstrafo 0,8 ampère is, moet de stroom van de voeding op deze waarde begrensd worden. Een kleine berekening leert, dat weerstand R 5 in dit geval 0,82 ohm moet zijn (0,82 ohm maal 0,8 ampère is 0,65 volt).

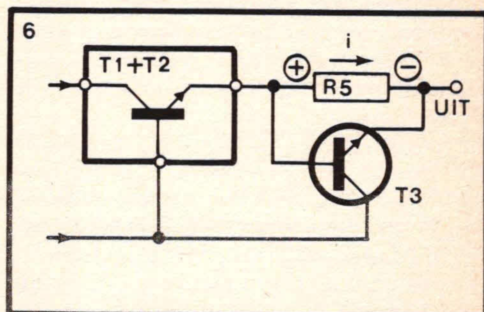
De kondensator C 5, over de uitgangsklemmen van de voeding geschakeld, zorgt voor een ekstra afvlakking van de geleverde spanning.

De kondensator C 3 tikt de operationele versterker IC 1 op de vingers, als deze zich niet zou gedragen zoals van een geïntegreerde schakeling van stand verwacht mag worden, maar zich aan enige oscillatie te buiten zou willen gaan.

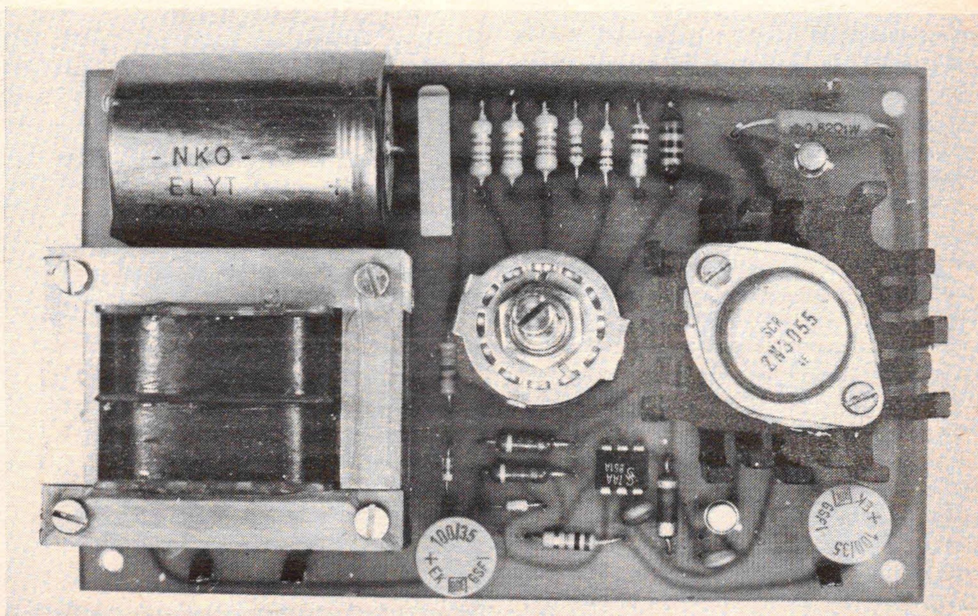
Weerstand R 4 is niet principiëel, maar is noodzakelijk voor de goede werking van het IC.



Figuur 5. Verduidelijking van de werking van de ontbromschakeling voor de referentiespanning.



Figuur 6. De stroombegrenzingsschakeling is in feite eveneens een klein gesloten regelsisteempje, waarbij de spanning over weerstand R 5 vergeleken wordt met de 'referentie', zijnde de geleidingsspanning van transistor T 3.



DE BOUW

De print van figuur 7 biedt onderdak aan alle onderdelen, inklusief de trafo en de regeltransistor met koelelement. Dit is niet ingegeven, zoals kwatongen beweren, door het streven naar het verkopen van grote prints, maar enkel en alleen door de overweging, dat hierdoor de nabouw probleemloos wordt en het apparaat zonder ingewikkelde bedradingstoestanden getest kan worden.

Figuur 8 hoeft weinig toelichting. Let wel op de juiste plaats van de katode bij de twee diodes en op de polariteit van de elko's. De kondensatoren C 2 en C 5 zijn printuitvoeringen.

Nadat alle weerstanden, kondensatoren, halfgeleiders en het IC zijn vastgesoldeerd, komen de grotere onderdelen aan de beurt. Aan de 12 lipjes van de schakelaar worden stevige draadjes gesoldeerd (bijvoorbeeld de afgeknipte draadeinden van de weerstanden). Nadien wordt deze stekelige konstruktie door de gaatjes gestoken en op de print geduwd. De schakelaar zit muurvast, als men de draadjes op de print soldeert.

De regeltransistor T 2 (2 N 3055 of BD 130) wordt samen met een koelspin op de print geschroefd en gesoldeerd. Het verdient aanbeveling de schroeven, waarmee het geheel bevestigd is, eveneens op de print vast te solderen.

De voedingstrafo wordt met enig lichamelijk geweld verlost van zijn metalen korset. De draadjes worden ingekort, waarbij het eerder genoemde geweld achterwege moet blijven. De draadeinden worden zorgvuldig bevrijd van de isoleerlak en vertind. De trafo wordt op de print geschroefd en de draden in de gaatjes geduwd. Het vastsolderen van de trafo-aansluitingen beëindigt de montage van deze gestabiliseerde voeding.

De print kan nu getest worden, door het aansluiten van de netspanning en het meten van de uitgangsspanning bij de verschillende schakelaarstanden.

Heeft men geen universeelmeter, dan kan men een 6,3 volt lampje met de uitgangsklemmen verbinden. Door de intensiteit, waarmee het lampje brandt te vergelijken met de intensiteit, verkregen bij het aansluiten van een identiek lampje op batterijen van verschillende spanning, krijgt men een globale indruk over de werking van de print.

Denk er bij dit testen wel even aan, dat enige printsporen rechtstreeks met het net verbonden zijn!

INBOUW

De print kan ingebouwd worden in een TEKO P 3 kastje. In het frontplaatje worden 7 gaten geboord, vier voor de bevestiging van de print, een voor de as van de schakelaar en twee waarin stekkerbussen gemonteerd worden. De print wordt door middel van lange afstandsbussen op het plaatje geschroefd en twee kleine draadjes verbinden de uitgangen van de print met de stekkerbussen. De netdraad kan door middel van een gat in de achterzijde van de kast naar buiten gevoerd worden.

De ware elektronikus onderscheidt zich uiteraard van de knoeier, door in de netdraad een knoop te leggen, die voor de trekvastheid zorgt.

WEERSTANDEN:

R 1	=	470 ohm, 1/4 watt
R 2	=	4,7 kohm, 1/4 watt
R 3	=	4,7 kohm, 1/4 watt
R 4	=	470 ohm, 1/4 watt
R 5	=	0,82 ohm, 1 watt
R 6	=	1 kohm, 1/4 watt
R 7	=	2,2 kohm, 1/4 watt
R 8	=	2,2 kohm, 1/4 watt
R 9	=	2,2 kohm, 1/4 watt
R 10	=	1,5 kohm, 1/4 watt
R 11	=	1,5 kohm, 1/4 watt
R 12	=	1 kohm, 1/4 watt
R 13	=	1.2 kohm, 1/4 watt

KONDENSATOREN:

C 1	=	4700 uF, 25 V elko aksiaal
C 2	=	100 uF, 16 V Siemens GSF
C 3	=	68 pF, keramisch
C 4	=	150 pF, keramisch
C 5	=	100 uF, 16 V Siemens GSF

HALFGELEIDERS:

D 1	=	B 30 C 1000 bruggelijkrichter
D 2	=	6,2 V; 0,4 W zenerdiode
D 3	=	1 N 914
T 1	=	BC 107 A
T 2	=	2 N 3055 of BD 130
T 3	=	BC 107 A
IC 1	=	TAA 861 A Siemens

DIVERSEN:

Een trafo NTR 220
Een miniatuurschakelaar 2 x 5 standen
Een koelspin voor TO-3 transistor
Een TEKO kastje P-3

Figuur 7. De print van de voeding. De brede printsporen vormen de hoofdstroomkring, in figuur 4 vet getekend.

Figuur 8. Bedradingsplan van de print. Links de gelijkrichting, in het midden de referentie en de verschilversterker en rechts de regelkring met stroombegrenzing.

Op het idee van deze rubriek zijn we gekomen door een lezer. Deze had in de handleiding van zijn FM-tuner gelezen, dat dit apparaat een uitgangsspanning van 150 millivolt over 47 kilo-ohm leverde, en helemaal duidelijk wat daarmee bedoeld werd was het hem niet. Uiteraard hebben we deze lezer dadelijk van zijn probleem verlost, wat in dit geval niet zo moeilijk was. Toen dachten we: misschien zijn er wel een heleboel mensen, die met dergelijke kleine problemen zitten. Ergens leest men iets, wat niet helemaal duidelijk is, en dat men dan maar voor waar aanneemt, omdat het wel zo wezen zal, als het geschreven staat. We weten, nu we door het samenstellen van dit tijdschrift, als volslagen leek met fotografie en andere grafische technieken gekonfronteerd worden, uit eigen ervaring hoe vervelend zo iets is, tenminste als je wil weten wat je doet en waarom je iets zo moet doen. En dat was dat: 'Zo zit dat' was geboren. Uiteraard kan deze rubriek alleen blijven bestaan als U, lezer, ons uw kleine ongenoegens kond doet. Het adres mag intussen wel bekend verondersteld worden, en bedenkt: ook de uitvinder van de kleurentelevisie heeft ooit met dergelijke onduidelijkheden rondgelopen, dus vragenvrees is volstrekt misplaatst!

ZO ZIT DAT!

OVER UITGANGSSPANNINGEN EN-WEERSTANDEN

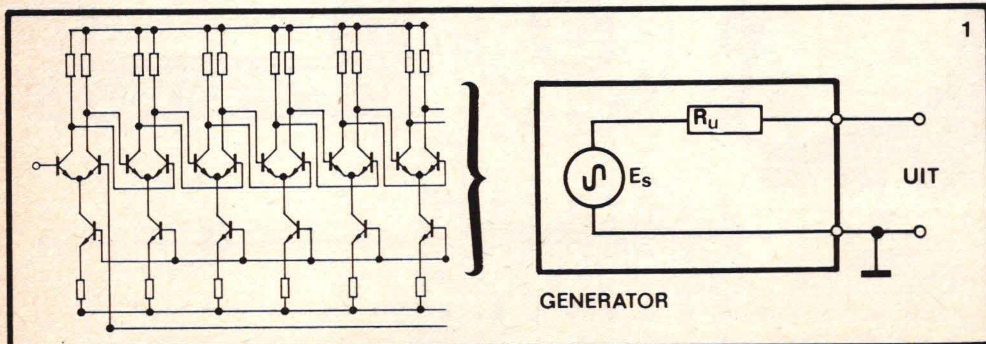
GENERATOREN

Ieder apparaat, dat als levenstaak heeft het opwekken van een signaal (gelijkspanning of wisselspanning) wordt in de teoretische elektronika aangeduid met de naam 'generator'.

Iedere generator, het weze een sinusgeneratortje met één transistor en enige passieve onderdelen, een FM-tuner of een professionele funktiegenerator van vele duizenden guldens, kan, alweer theoretisch, voorgesteld worden door de serieschakeling van een spanningsbron Es en een weerstand Ru. Dit is getekend in figuur 1. Deze weerstand Ru noemt men de inwendige weerstand van de generator.

Nu is het niet zo, dat men deze inwendige weerstand ergens in het schema kan aanwijzen. Met andere woorden, deze Ru is een schijnweerstand, die in werkelijkheid niet be-

Figuur 1. Het ingewikkelde eenvoudig voorgesteld: zelfs de meest gekompliceerde generator kan door één weerstandje en één spanningsbron voorgesteld worden.



staat, maar die is opgebouwd uit een heleboel faktoren, eigen aan de schakeling. De grootte van de inwendige weerstand wordt (uiteraard) bepaald door de waarden van de weerstanden in de uitgangstrap van de generator, maar eveneens door de elektrische eigenschappen van de overige onderdelen (halfgeleiders, kondensatoren). Ook bepaalde schakelprincipes, zoals bijvoorbeeld terugkoppeling, spreken een niet onbelangrijk woordje mee bij de samenstelling van de uitgangsweerstand.

In sommige gevallen spelen ook zuiver fysische of chemische faktoren een rol, zoals bijvoorbeeld bij de inwendige weerstand van batterijen.

De inwendige weerstand van een generator kan in de meeste gevallen berekend worden (wat niet eenvoudig is), maar kan bovendien, en heel wat eenvoudiger, eksperimenteel gemeten worden.

Samenvattend: als dus gesteld wordt, dat een FM-tuner een uitgangsspanning van 150 millivolt levert over 47 kilo-ohm, wil dat zeggen dat die tuner voorgesteld kan worden door een spanningsbron Es die een effektieve wisselspanning levert van 150 milli-volt, in serie met een inwendige weerstand Ru, groot 47 kilo-ohm.

Tot nu toe lijkt het praktische belang van deze vereenvoudigde voorstelling gering. Nuttig wordt een en ander, als de generator wordt aangesloten op de ingang van een tweede apparaat, in het beschouwde voorbeeld op de ingang van een muziekversterker.

RECEPTOREN

Analoog kan men stellen, dat ieder apparaat dat een ingang heeft, waaraan een bepaald signaal toegevoerd moet worden, een receptor heet.

Een geluidsversterker, met zijn vele ingangen, is dus een typisch voorbeeld van een receptor. Ook hier kan men teoretisch zelfs het ingewikkeldste apparaat vervangen door een eenvoudig ekwivalent (vandaar dat men spreekt van 'ekwivalent schema'). In figuur 2 is dit voorgesteld: het ekwivalent schema bestaat nu uit de parallel schakeling van de ingangsklemmen en een weerstand Ri, de ingangsweerstand.

Alles wat gezegd is over de inwendige weerstand, geldt eveneens voor de ingangsweerstand. Deze is dus evenmin terug te vinden in het schema, maar wordt gevormd door een kompleks aantal faktoren, eigen aan de schakeling.

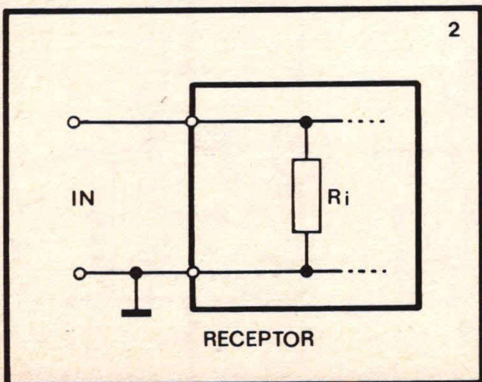
DE PRAKTIJK

Wat kunnen we nu in de praktijk doen met inwendige- en ingangsweerstanden?

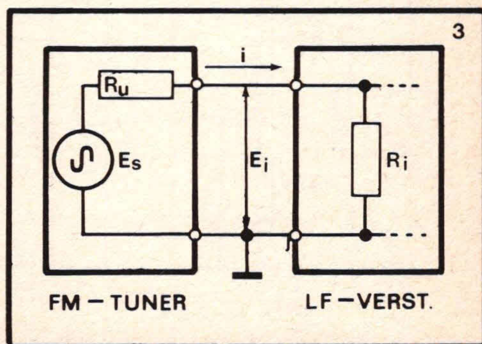
Stel, zoals in figuur 3 is voorgesteld, dat een FM-tuner verbonden wordt met de juiste ingang van een versterker. Men stelt vast, dat er een gesloten stroomkring gevormd wordt. De spanningsbron Es wordt belast door de serieschakeling van de weerstanden Ru en Ri. Er gaat bijgevolg een bepaalde stroom i door deze keten vloeien.

Nu komt de wet van Ohm om een hoekje gluren. Door deze stroom i zal er een bepaalde

Figuur 2. Dit is al, wat er van uw dure versterker overblijft: de ingangsklemmen met een parallel geschakelde weerstand.



Figuur 3. Een FM-tuner en een versterker worden met elkaar verbonden en opeens lijken een heleboel milli-volt van uw tuner verdwenen.



spanningsval optreden over beide weerstanden, waarvan de grootte afhankelijk is van de waarde van de stroom en van de weerstanden. Met andere woorden: de spanning Ei, die aan de uitgangsklemmen van de tuner verschijnt, zal niet meer gelijk zijn aan de opgegeven waarde Es, maar zal kleiner zijn.

In figuur 4 is het schema van figuur 3 op de gebruikelijke wijze getekend. Duidelijk stelt men vast, dat de spanning Ei, de reële uitgangsspanning van de tuner, gelijk is aan het verschil van de 'inwendige' spanning Es en de verliesspanning Eu.

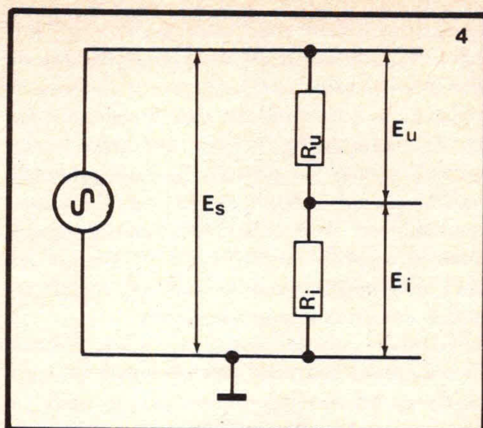
Wat daarvan de praktische gevolgen zijn wordt verduidelijkt aan de hand van figuur 5. Hierin zijn drie situaties getekend, waarbij de ingangsweerstand van de versterker zeer uiteenlopende waarden heeft. Voor iedere situatie wordt berekend, hoeveel er van de beschikbare 150 milli-volt overblijft aan de uitgang van de tuner.

Deze spanning kan berekend worden met de rechtstreeks uit de wet van Ohm afgeleide formule:

$$E_I = \frac{R_I \times E_S}{R_I + R_U}$$

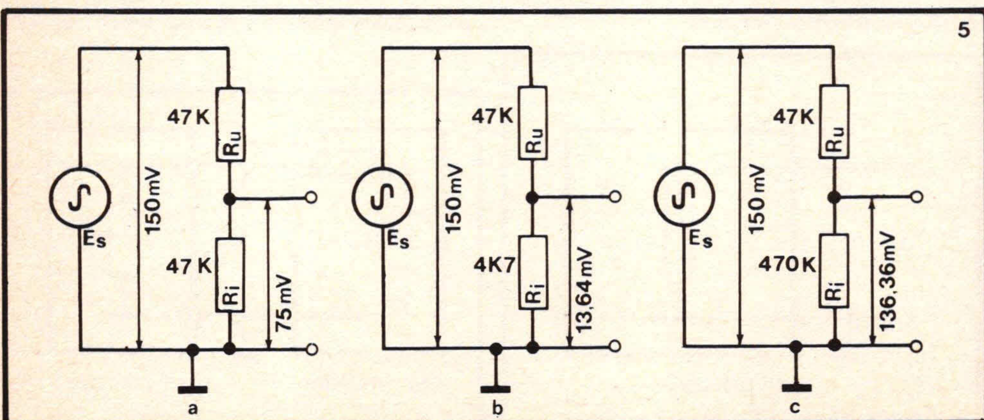
De resultaten van deze berekening zijn in de figuur vermeld.

Hieruit kan volgende algemene stelling afgeleid worden: hoe lager de ingangsweerstand



Figuur 4. Een andere tekenwijze van figuur 3, waar de tuner en de versterker niet meer in terug te vinden zijn, maar waar wel duidelijk de gevormde spanningsdeler, oorzaak van alle ellende, zichtbaar wordt.

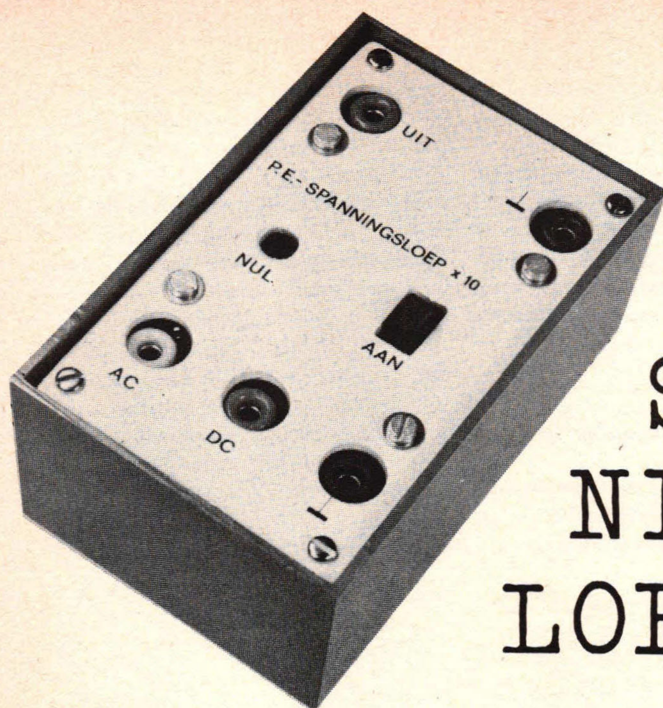
Figuur 5. Een kluif voor cijferaars: door middel van deze drie voorbeelden wordt duidelijk, waarom een inwendige weerstand klein moet zijn en een ingangsweerstand groot.



van een apparaat, hoe kleiner de spanning zal zijn die een op dit apparaat aangesloten generator zal leveren.
Konkreet: als de FM-tuner uit ons voorbeeld wordt aangesloten op de ingang van een versterker met een gevoeligheid van 150 milli-volt en een ingangsweerstand van 47 kilo-ohm, dan zal deze versterker niet volledig uitgestuurd kunnen worden, omdat maksimaal slechts 75 milli-volt ter beschikking staat!

BESLUIT

Uit dit hele verhaaltje kan een algemene richtlijn gepeurd worden.
Een generator, dus een apparaat dat spanning levert, moet een zo laag mogelijke inwendige weerstand hebben. Een receptor,. dus een apparaat dat spanning ontvangt, moet een zo hoog mogelijke ingangsweerstand hebben.
Dat ook deze 'algemene' regel zijn uitzonderingen heeft, zal wel niemand verbazen. Zo moet bijvoorbeeld een magneto-dynamisch element belast worden met een schakeling (RIAA-versterker) met een welbepaalde ingangsweerstand, omdat de waarde van deze weerstand de weergavekarakteristiek van het element beïnvloedt. Ook op hoog-frekwent gebied gaat het verhaaltje niet op: een 300 ohm antenne moet via een 300 ohm kabel verbonden worden met een 300 ohm ingang van een televisie. Hier moet men namelijk zoveel mogelijk energie van antenne naar ontvanger transporteren.
Maar dit is weer een heel ander verhaal!



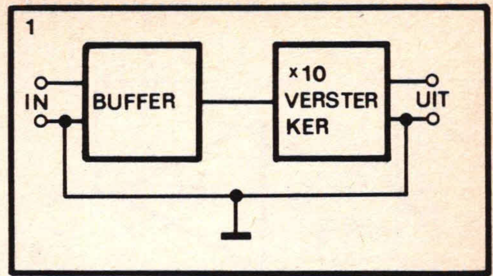
P.E. SPANNINGSLOEP

De meeste goedkope universeelmeters (prijsklasse tot *f* 50,00) hebben een beperkt aantal meetbereiken, wat zich voornamelijk uit aan de lage kant. Gevoeligste bereiken van 3 of zelfs 5 volt gelijkspanning zijn geen uitzondering. Bij wisselspanningen is het meestal nog slechter gesteld. Nu komt het in de moderne halfgeleiderelektronika vrij vaak voor, dat men kleine spanningen wil meten. Denk maar aan de geleidingsspanning van een transistor, de spanning over een diode of de uitgangsspanning van een tuner of een tape-rekorder. Met de 'Spanningsloep', een eenvoudig batterijgevoed apparaatje, kan men de gevoeligheid van een universeelmeter met een faktor tien verhogen. Het apparaat is zowel bruikbaar voor gelijk- als voor wisselspanning, zij het dat in het laatste geval het frekwentiebereik eerder beperkt is (maar het frekwentiebereik van een goedkope universeelmeter is ook niet om over naar huis te schrijven).
De voornaamste technische gegevens van de 'Spanningsloep' zijn:
— Ingangsweerstand: 100 kilo-ohm
— Uitgangsweerstand: 70 ohm
— Ingebouwde beveiliging tegen hoge spanningen
— Versterking: eksakt tien maal
— Frekwentiebereik: kleiner dan 10 hertz tot 5 kilo-hertz binnen 5 % nauwkeurig
— Werkt lineair tussen + 0,7 volt en − 0,7 volt gelijkspanning aan de ingang en tot 0,45 volt wisselspanning aan de ingang.

TOTALE BOUWPRIJS: FL 30

HET BLOKSCHEMA

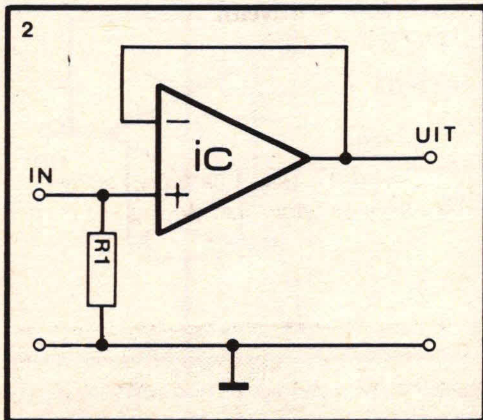
De 'Spanningsloep' bestaat in principe uit slechts twee blokken, zoals in figuur 1 is voorgesteld: een buffertrap, die voor een konstante ingangsweerstand zorgt, en een versterker die op precies tien is ingesteld. Vóór de buffer is een schakeling opgenomen, die de onderdelen beschermd tegen te hoge ingangsspanningen. Verder kan met de buffertrap de naald van de meter op nul worden ingesteld, als er geen spanning gemeten wordt.
Om de bouw zo eenvoudig mogelijk te maken, is gebruik gemaakt van geïntegreerde operationele versterkers.



Figuur 1. Het blokschema van de 'Spanningsloep'. Slechts twee blokjes zijn nodig, ieder uitgevoerd met een geïntegreerde op-amp.

DE BUFFERTRAP

De buffertrap is in figuur 2 getekend. Zo'n buffertrap heeft de volgende eigenschappen: een versterking gelijk aan 1; een zeer hoge ingangsweerstand en een zeer lage uitgangsweerstand.
Wegens de eerste eigenschap wordt de buffer soms ook 'spanningsvolger' genoemd. De uitgangsspanning 'volgt' de spanning op de ingang.
Met een op-amp (operationele versterker) kan een spanningsvolger op zeer eenvoudige manier opgebouwd worden door de uitgang rechtstreeks te verbinden met de negatieve of inverterende ingang. De positieve of niet-inverterende ingang vormt de ingang van de schakeling.

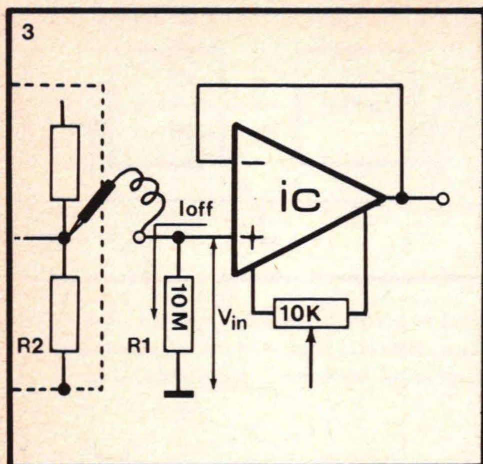


Figuur 2. De buffer, spanningsvolger of voltagefollower: eenvoudiger kan het niet!

Een eigenschap van op-amp's is, dat de versterker zich steeds zo instelt, dat er op beide ingangen gelijke spanningen staan. Als men dus aan de positieve ingang een spanning van 1 volt legt, dan moet er op de negatieve ingang eveneens 1 volt verschijnen. Dit kan alleen maar, als de uitgangsspanning eveneens 1 volt is. Aan de eerste algemene eigenschap van buffers wordt dus door deze schakeling voldaan.
Hoe het nu komt dat men, door een op-amp op dergelijke manier te schakelen, een zeer hoge ingangs- en een zeer lage uitgangsweerstand bekomt, is moeilijk fisisch in te zien. Men kan het berekenen, men kan het meten en met behulp van de netwerkteorie zelfs verklaren, maar dit gaat het kader van dit artikel ver te buiten.
Opgemerkt moet worden, dat als gesproken wordt van een zeer hoge ingangsweerstand, ook werkelijk een ZEER hoge ingangsweerstand bedoeld wordt: waarden van 0,4 terraohm (= 400 000 000 000 ohm!) zijn teoretisch haalbaar. Uiteraard zijn er allerlei praktische beperkingen, zoals luchtweerstand en weerstand van het materiaal, waarop de op-amp is gesoldeerd, die voor beperkingen zorgen.
In de praktijk wordt daarom steeds een weerstand R 1 tussen positieve ingang en massa geschakeld, die de ingangsweerstand vastgelegt op een reële waarde.

DE OFFSET-STROOM

Na lezing van het voorgaande, kan men zich afvragen, waarom de ingangsweerstand van de 'Spanningsloep' slechts 100 kilo-ohm is. In



Figuur 3. De offset-stroom, eigen aan iedere op-amp, zorgt voor problemen door het opwekken van een niet gewenste spanning.

principe zou het volstaan om voor weerstand R 1 uit figuur 2 een waarde van 10 mega-ohm te kiezen om dezelfde waarde voor de ingangsweerstand te krijgen.

Een zeer kwalijke eigenschap van op-amps komt echter roet in het eten gooien: de offsetstroom.

Dit wordt verduidelijkt aan de hand van figuur 3. De offset-stroom is een zeer minieme stroom, die uit de ingang van de operationele versterker vloeit in de weerstand, die tussen deze ingang en de massa geschakeld is. Door deze stroom wordt over deze weerstand een spanning opgebouwd, waarvan de waarde gegeven wordt door de wet van Ohm (spanning = stroom maal weerstand).

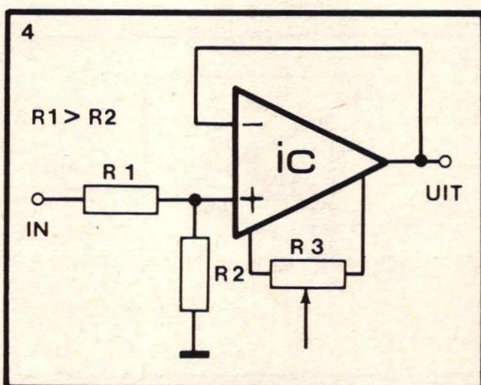
Stel, dat men de ingangsweerstand van de schakeling wil vastleggen op de eerdergenoemde 10 mega-ohm, door weerstand R 1 deze waarde te geven. Als men weet, dat de maksimale offset-stroom van de gebruikte op-amp (type 741) 0,3 mikro-ampère is, dan leert een eenvoudige formule dat er over de weerstand R 1 een spanning van maksimaal 0,3 volt ontstaat. Deze spanning wordt door de schakeling opgevat als een aan de ingang aangeboden meetsignaal en verder verwerkt. Uiteraard wordt hierdoor de werking van de 'Spanningsloep' grondig verstoord.

Nu bestaat er wel een handige methode om deze ongewenste spanning te kompenseren, namelijk tussen twee aansluitingen van de op-amp een potmetertje schakelen, waarvan de loper naar de negatieve voedingsspanning gaat, maar daarmee zijn we niet uit de problemen. Als men namelijk met deze schakeling, gekompenseerd en al, de spanning wil meten over bijvoorbeeld weerstand R 2 ergens in een apparaat, dan wordt opeens de weerstand tussen de positieve ingang van de op-amp en massa gelijk aan de parallel-schakeling van R 1 en R 2. Als weerstand R 2 veel kleiner is dan R 1, wat zeer waarschijnlijk is, dan zal eveneens de spanning, opgewekt door de offset-stroom veel lager worden.

Met andere woorden: de hele kompensatieprocedure is voor niets geweest: het resultaat van de meting met universeelmeter en 'Spanningsloep' is onbetrouwbaar.

Er bestaat slechts één methode om van al deze moeilijkheden verlost te worden, en dat is, de weerstand tussen positieve ingang van de op-amp en massa onder alle omstandigheden zo konstant mogelijk te houden.

In figuur 4 is getekend, hoe dit kan. De positieve ingang van de op-amp wordt via een relatief lage weerstand R 2 met massa verbonden, en de ingang van de schakeling is via de veel grotere weerstand R 1 aan dezelfde ingang geknoopt. Als men nu de ingang kortsluit naar massa, of de spanning over een lage weerstand



Figuur 4. De oplossing: Door de weerstand tussen positieve ingang en massa zo konstant mogelijk te maken, zal ook de ongewenste spanning onder kontrole gebracht kunnen worden.

meet, dan blijft de weerstand tussen niet-inverterende ingang en massa ongeveer gelijk aan R 2. Ook de spanningsval, veroorzaakt door de offset-stroom blijft ongeveer konstant, en deze konstante spanning kan gemakkelijk met de potmeter R 3 gekompenseerd worden.

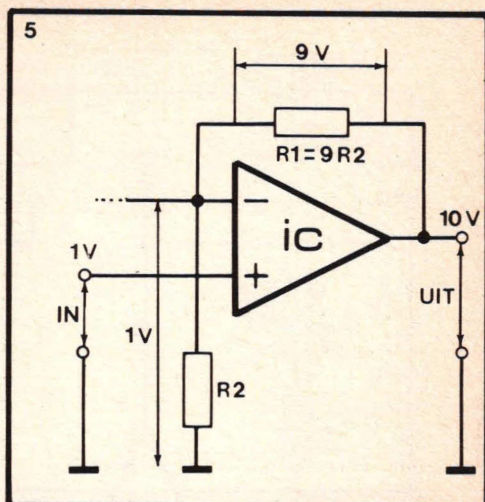
DE VERSTERKER

Het principe van de tweede blok uit het blokschema is getekend in figuur 5. Men herkent de operationele versterker IC 1. De uitgang is nu niet rechtstreeks gekoppeld met de inverterende ingang, maar via een weerstand R 1. Deze ingang is bovendien met massa verbonden via weerstand R 2.

De algemene eigenschap van op-amp's blijft gelden: het IC regelt de uitgangsspanning zó, dat beide ingangen hetzelfde potentiaal bezitten. Aan de hand van een voorbeeld wordt aangetoond, dat deze schakeling als versterker optreedt.

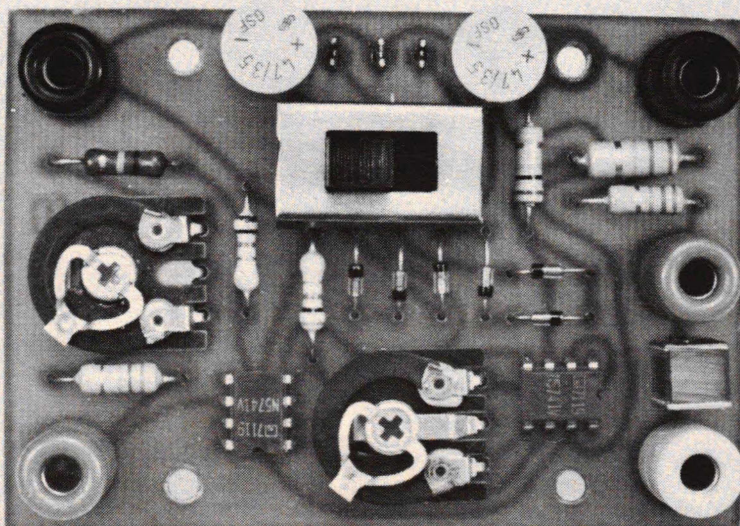
Stel, dat weerstand R 1 negen maal groter is dan R 2, en men aan de ingang een spanning van 1 volt legt.

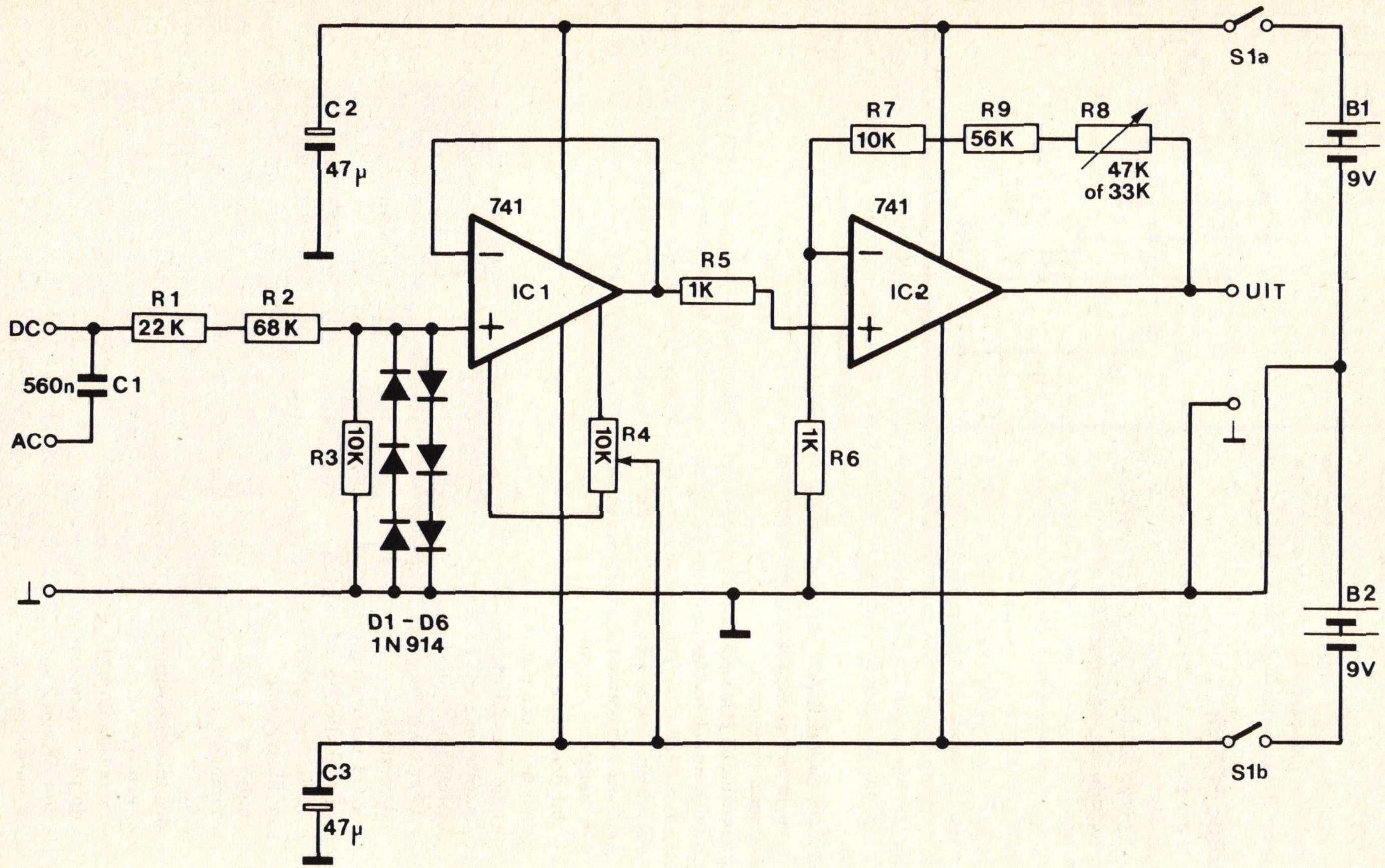
Gevolg gevend aan zijn instinkt, zal de op-amp de uitgangsspanning zo regelen, dat ook op de inverterende ingang 1 volt verschijnt. De weerstandsspanningsdeler zorgt ervoor, dat dit alleen kan, als de uitgangsspanning 10 volt wordt.

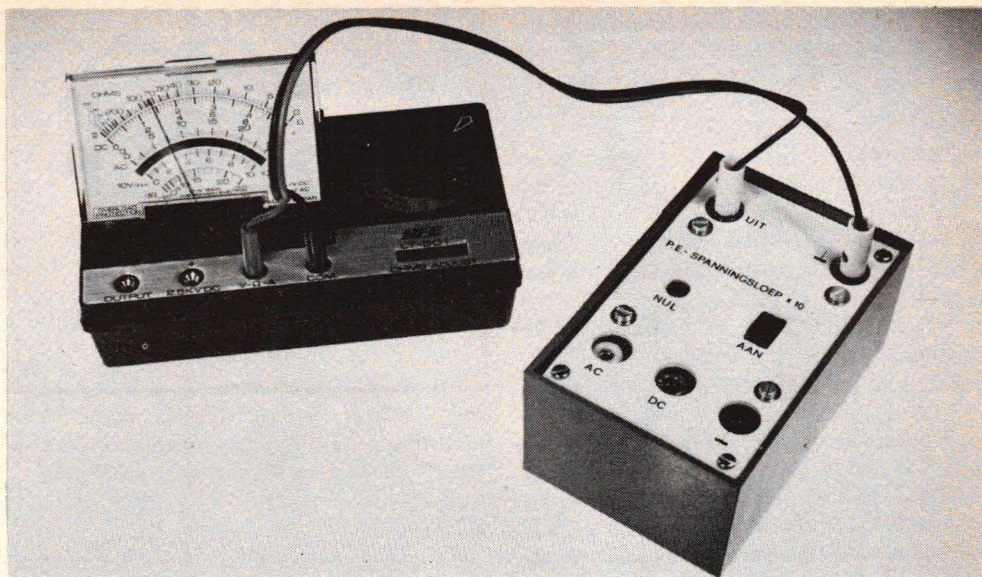


Figuur 5. Bij een versterker, uitgevoerd met een op-amp, wordt de versterking alleen bepaald door de mate van terugkoppeling tussen uitgang en ingang.

Dadelijk valt het grote voordeel op van deze versterkerschakeling: de versterking is alleen afhankelijk van de verhouding van twee weerstanden, en hoe nauwkeuriger men deze weerstanden bepaalt, hoe nauwkeuriger de versterkingsfaktor zal zijn!




6
C2
47μ
741
IC1
R1
22K
R2
68K
DC
560n
C1
AC
R3
10K
D1 - D6
1N914
R4
10K
R5
1K
R7
10K
R9
56K
R8
47K
of 33K
741
IC2
R6
1K
UIT
S1a
B1
9V
B2
9V
S1b
C3
47μ



VOLLEDIG SCHEMA

In figuur 6 is het praktische schema van de 'Spanningsloep' getekend.

IC 1 is de buffer, IC 2 de versterker.

De ingang van de schakeling gaat via de weerstanden R 1 en R 2 naar de positieve ingang van het eerste IC. Deze weerstanden zorgen, samen met hun soortgenoot R 3, voor de reeds beschreven konstante ingangsweerstand. Een nadeel is, dat door deze spanningsdeler het te meten signaal tien keer verzwakt op de ingang van de op-amp verschijnt. Om deze verzwakking ongedaan te maken, en toch nog de gewenste tienvoudige versterking tussen in- en uitgang te behouden, moet de versterkertrap dus 100 maal versterken.

Kondensator C 1 verbindt de wisselspanningsingang met de schakeling. Dit onderdeel spert eventueel op het te meten wisselsignaal de, aanwezige gelijkspanning.

Met potentiometer R 4 kan de door de offsetstroom veroorzaakte foutspanning gekompenseerd worden.

De zes diodes tussen positieve ingang en massa zorgen voor een zeer effektieve beveiliging tegen te hoge meetspanningen. Als namelijk het signaal op de niet-inverterende ingang groter wordt dan plus of min 2 volt, dan gaan de diodes geleiden en begrenzen de spanning op de positieve ingang van de op-amp op deze veilige waarde.

Via de weerstand R 5 wordt de uitgang van de buffer verbonden met de ingang van de versterker.

Zoals reeds gezegd, moet deze trap 100 maal versterken. Dit wordt verwezenlijkt, door aangepaste keuze van de weerstanden R 6 - R 7 - R 8 - R 9 (R 7+R 8+R 9=99xR 6).

Door middel van twee 9 volt batterijen worden de op-amps aangespoord het hun opgedragen werkt uit te voeren. De elko's C 2 en C 3 zorgen ervoor, dat de schakeling het blijft doen, als de batterijen verouderen en dit demonstreren door ongezonde toename van hun inwendige weerstand.

Het zal duidelijk zijn, dat de goede werking van de 'Spanningsloep' volledig afhankelijk is van de eksaktheid van de tienvoudige versterkingsfaktor. Deze faktor wordt bepaald door de weerstanden R 1 - R 2 - R 3 - R 6 - R 7 - R 8 - R 9. Nu heeft iedere weerstand een zekere tolerantie: de echte waarde is niet helemaal gelijk aan wat er op het weerstandslichaam vermeld staat. De moderne koollaagweerstanden hebben een tolerantie van 5 %.

Hierdoor kan er een afwijking ontstaan in de versterkingsfaktor. Door nu één van deze weerstanden variabel uit te voeren, ontstaat de mogelijkheid om de schakeling te ijken. In praktijk is het lot gevallen op weerstand R 8, die vervangen kan worden door een trimmer van 47 k-ohm.

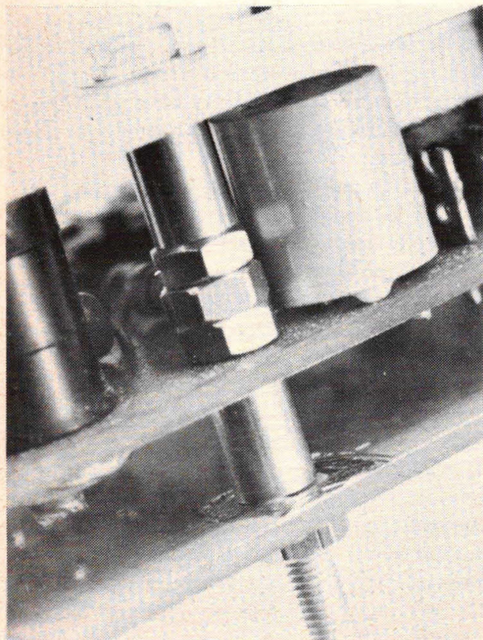
Als U geen mogelijkheden heeft om zo'n ijking uit te voeren, dan soldeert U gewoon toch een weerstand van 33 k-ohm in de schakeling.

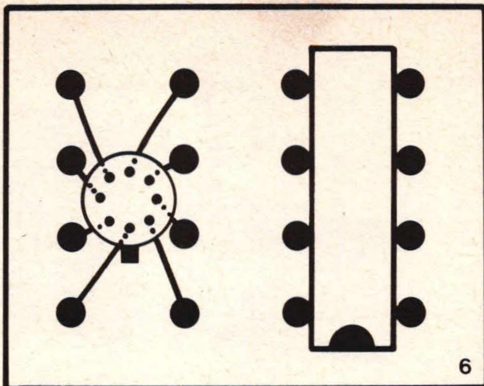
DE BOUW

Het bestukken zal wel geen problemen geven. Er zijn drie uitvoeringen van de op-amp's in de handel. Daarvan zijn alleen de ronde en de 'mini-dil' bruikbaar. In figuur 9 is weergegeven, hoe deze kompatibel te maken zijn voor de print.
De schakelaar wordt met behulp van zes draadjes op de print gesoldeerd.
Zoals uit de foto's blijkt, kunnen ook de stekkerbussen rechtstreeks op de print komen, zodat een kompakt geheel ontstaat. Daar de koperbanen van de print zijn afgelakt met soldeerfluks, verdient het aanbeveling om de koperen eilandjes rond de gaten, waarin de stekkerbussen komen, eerst door middel van een mesje van die isolerende flukslaag te verlossen.

AFREGELEN

Alvorens de print ingebouwd wordt in een kastje, moet de schakeling getest worden.
Verbindt beide batterijen op de in figuur 8 aangegeven manier. Sluit een op gelijkspanning geschakelde universeelmeter (bereik ongeveer 5 volt) aan op de uitgansklemmen. Schakel de Spanningsloep' aan en regel potentiometer R 4 zo af, dat de wijzer van de meter op nul staat.
Als U voor R 8 in plaats van de vaste weerstand, de trimpot gebruikt heeft, moet deze afgeregeld worden. Sluit aan de gelijkspanningsingang van de schakeling een gelijkspanning tussen 0,3 en 0,5 volt aan, bijvoorbeeld afgeleid van een batterijtje met een potmeter. Meet deze spanning met een meter, die gevoelig genoeg is. Meet nu met dezelfde meter de uitgangsspanning van de 'Spanningsloep.' Regel potentiometer R 8 zo af, dat de uitgangsspanning gelijk is aan het tienvoud van de ingangsspanning. Uiteraard moet deze ijking slechts eenmalig uitgevoerd worden!

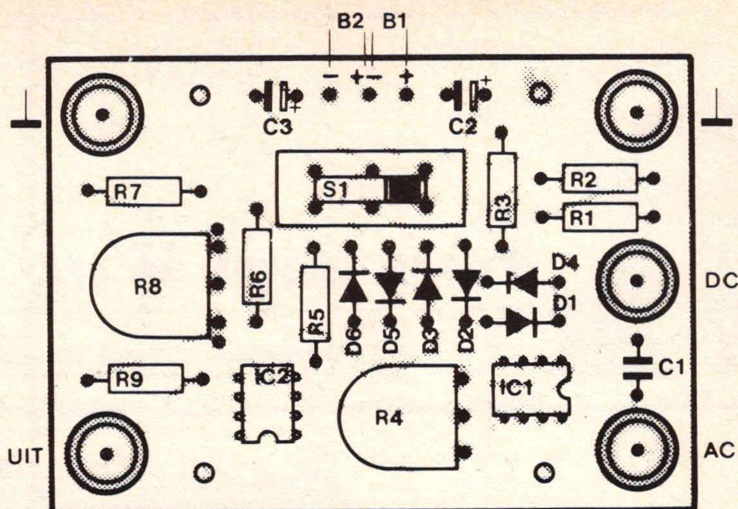




Figuur 6. Het volledige schema van de 'Spanningsloep'. Meer dan de kombinatie van de twee fundamentele schakelingen is het niet!

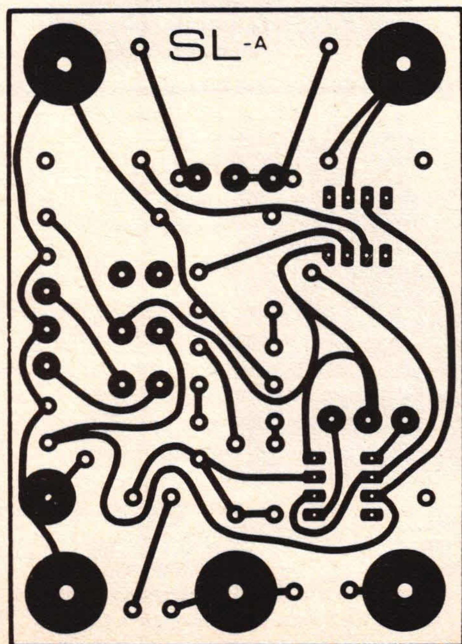
DE INBOUW

De schakeling kan, samen met de batterijen, ingebouwd worden in een TEKO P-2 kastje.
Daar de print gevoelig is voor brom, moet het geheel zorgvuldig afgeschermd worden. In de eerste plaats moet onder de print een plaatje ongeëtst printmateriaal gemonteerd worden. Nadat het frontplaatje voorzien is van de nodige gaten, kan het geheel volgens foto samengeschroefd worden. De juiste volgorde is: frontplaatje, messing afstandsbusje van 10 mm, twee moertjes, printplaatje, messing afstandsbusje van 7,5 mm, afschermplaatje en moertjes.



Figuur 8. Bedradings- en bestukkingsplan van het apparaatje. Alleen de twee 9 volt batterijtjes moeten ekstern aangesloten worden.

Figuur 7. Met deze print kan de schakeling tot een handzaam geheel samengebouwd worden.



WEERSTANDEN:

R 1	=	22 kohm, 1/4 watt
R 2	=	68 kohm, 1/4 watt
R 3	=	10 kohm, 1/4 watt
R 4	=	10 kohm, trimpotmeter
R 5	=	1 kohm, 1/4 watt
R 6	=	1 kohm, 1/4 watt
R 7	=	10 kohm, 1/4 watt
R 8	=	33 kohm, 1/4 watt of 47 kohm, trimpotmeter
R 9	=	56 kohm, 1/4 watt

KONDENSATOREN:

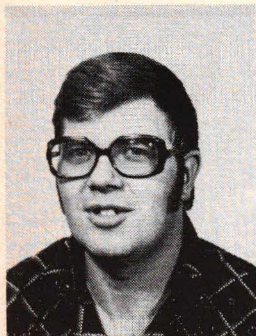
C 1	=	560 nF, Siemens MKM
C 2	=	47 uF, 16 V elko, Siemens GSF
C 3	=	47 uF, 16 V elko, Siemens GSF

HALFGELEIDERS:

D 1	=	1 N 914
D 2	=	1 N 914
D 3	=	1 N 914
D 4	=	1 N 914
D 5	=	1 N 914
D 6	=	1 N 914
IC 1	=	SN 72741, uA 471, LM 741
IC 2	=	SN 72741, uA 741, LM 741

DIVERSEN:

Een tweepolige omschakelaar, schuifmodel
Een TEKO kastje, model P-2
Vijf stekkerbusjes

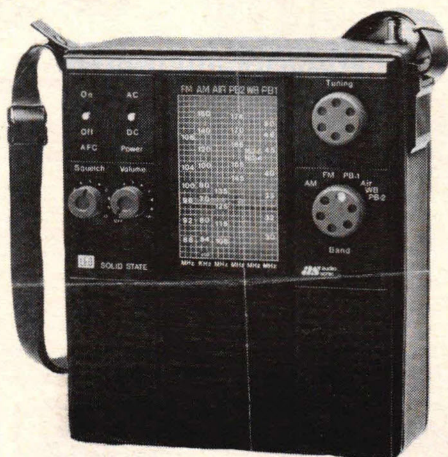


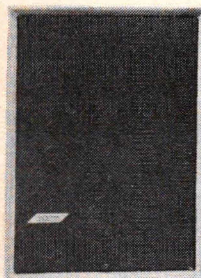
RADIO

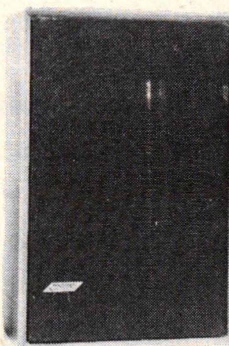
Van der Wel

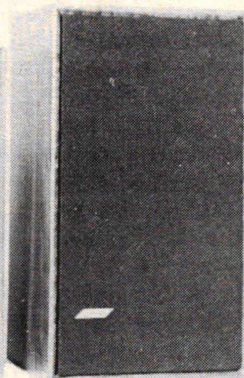
UTRECHT
AMSTERDAMSESTRAATWEG 38 - TEL. (0 30) 31 30 69
POSTBUS 10024

WERELDONTVANGER MET LED AFSTEMMING
AM 540-1600 Khz
FM 88-108 Mhz
PBI 30-50 Mhz
AIR 108-135 Mhz
WB 162,4-162,5 Mhz
PB 2 145-174 Mhz
Battery en lichtnet
AFC - squelch
Nu slechts **129,—**





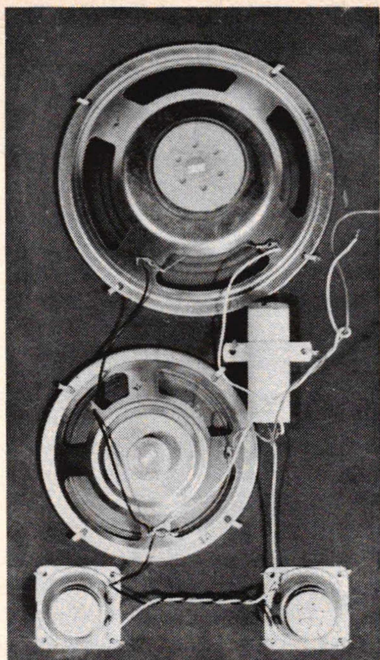




LUIDSPREKER BOXEN
Type A 15 Watt
Afm: 35 x 26 x 15 cm.
Freq.ber.: 50-20.000 Hz
met 1 speaker 17 cm
1 tweeter 6 cm.
Prijs per stuk 69,—

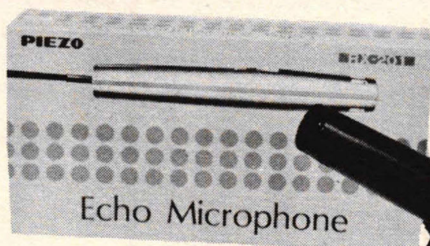
Type B 25 Watt
Afm: 45 x 30 x 20 cm.
Freq.ber.: 50-19.000 Hz
met 1 speaker 21 cm.
2 tweeters 6 cm.
Prijs per stuk 89,—

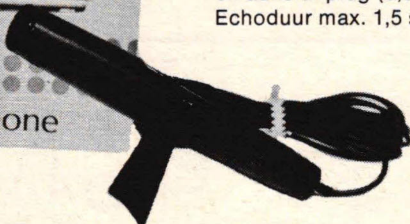
Type C 40 Watt
Afm: 50 x 30 x 21 cm.
Freq.ber.: 40-20.000 Hz
met 1 basspeaker 21 cm.
1 middenspeaker 17 cm.
2 tweeter 6 cm + filter
Prijs per stuk 135,—



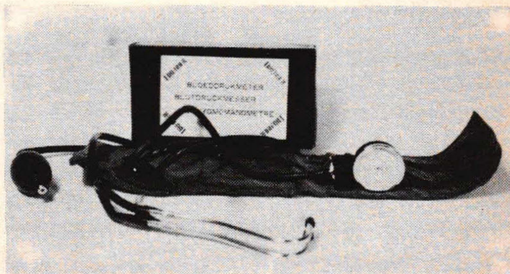
SPELREGELS:
Bestellen kan per telefoon of per brief.
Verzending onder rembours.
Retourzending mogelijk binnen 1 week.

SIARE LUIDSPREKERSETS
25 Watt 20-25.000 Hz
Gemonteerd op front
met 1 x bas
met 1 x midden } speaker
met 2 x hoog
1 scheidingsfilter
Slechts 189,— per 2 stuks





ECHOMICROFOON
Nu een 600 microfoon met ingebouwde regelbare echo met 4 meter lange kabel en aansluitplug (6,3 mm).
Echoduur max. 1,5 sec. **99,—**



CONTROLEER UW EIGEN BLOEDDRUK!
Bloeddrukmeter geheel compleet met stetoscoop in luxe opbergtas. **118,—**

P.B. 441

LEZERSVRAGEN
LEZERSSUGGESTIES
LEZERSIDEEEN

SPELREGELS VOOR P.B. 441

— Alleen technische vragen, ideeën en opmerkingen naar 'Redaktie PE, postbus 441 Maastricht - 5001'. Alle andere vragen (abonnementen, advertenties) naar 'Uitgeverij Born B.V., postbus 22 Assen-8500'.

— Behandel één vraag per brief en stuur steeds een antwoordpostzegel mee.

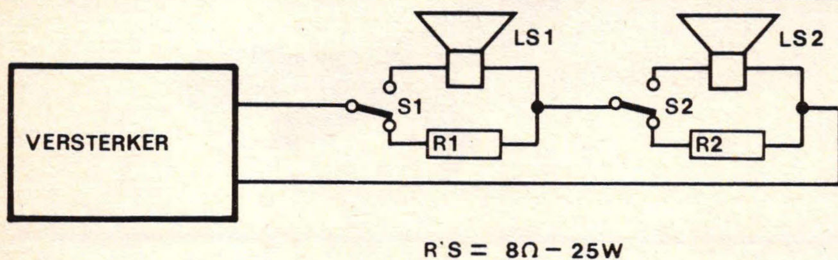
— Vragen over 'PE'-artikelen worden uitvoerig beantwoord. Alle overige vragen zo goed mogelijk. Wij weten echter ook niet alles over alles!

— Geef steeds zoveel mogelijk technische informatie, zoals spanningen, schema's, gebruikte onderdelen.

— Alle vraagstellers krijgen een persoonlijk antwoord. Algemene vragen worden bovendien in deze rubriek afgedrukt.

DUBBELE LUIDSPREKERS

De Heer R.R. te Den Haag heeft een stereo vermogensversterker en vier identieke 45 watt - 8 ohm luidsprekers. Eén paar wil hij in de woonkamer opstellen, en het tweede stel elders. Het probleem is uiteraard een schakelingetje te ontwerpen, waarbij beide paren of afzonderlijk, of samen moeten werken. Eis is, dat door dit geschakel het volume van de luidsprekers niet mag veranderen. De versterker moet belast worden met minimaal 8 ohm.

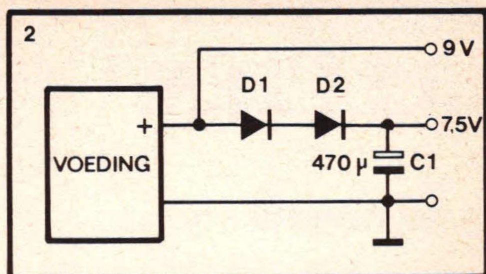


Door deze speciale eis, zijn alle normaal gebruikte schakelingen waardeloos. Er moet naar een oplossing gestreefd worden, waarbij de impedantie van de luidsprekerketen konstant blijft, onafhankelijk van welke en hoeveel luidsprekers ingeschakeld zijn. De enige oplossing, die we konden bedenken, is getekend in de figuur. Beide luidsprekers, die gestuurd moeten worden door het linker- of rechterkanaal van de versterker, staan samen met twee omschakelaars in serie op de versterker-uitgang. Door middel van de omschakelaars kan men weerstanden in plaats van de luidsprekers in de kring schakelen. Uiteraard moeten de weerstanden dezelfde ohmse waarden hebben als de impedantie van de luidsprekers. Het vermogen kan heel wat minder zijn: de keten zal toch nooit kontinu maksimaal belast worden. In dit geval werden weerstanden van 25 watt geadviseerd.

Het zal duidelijk zijn, dat door deze schakelwijze de impedantie van de belasting 16 ohm wordt en dus het maksimaal door de versterker leverbare vermogen afneemt. Ook zal door de serieschakeling van de luidsprekers het vermogen per boks gaan dalen.

VOEDINGSPROBLEMEN

De Heer V.G. te Maastricht heeft een kassetterekorder van 7,5 volt en een draagbare radio van 9 volt. Hij heeft een Philips voedingsapparaatje gekocht, dat instelbaar is op 6, 7,5 en 9 volt. Nu vraagt hij of er geen mogelijkheid bestaat om beide apparaten tezelfdertijd uit deze voeding te spijzen.



Dat kan, en het is niet eens ingewikkeld te verwezenlijken. De voeding wordt op 9 volt geschakeld en de uitgang ervan gaat rechtstreeks naar de radio. De uitgang van de voeding wordt bovendien in serie met twee diodes naar de eksterne voedingsaansluiting van de rekorder gevoerd. Over iedere diode valt ongeveer 0,7 volt, zodat 9−1,4=7,6 volt overblijft voor de rekorder. Door middel van een elkootje wordt de spanning ekstra afgevlakt.

Er moeten wel enige opmerkingen over deze schakeling gemaakt worden. Ten eerste moet de gebruikte voeding in staat zijn om de som van beide belastingsstromen te leveren. Ten tweede moeten geschikte diodes gebruikt worden, zoals 1 N 4004 of BY 126. Ten derde, en dit is zeer belangrijk, gaat dit alleen als beide te voeden apparaten de min aan de massa hebben. Bij de moderne toestellen is dit geen probleem, maar vroeger wilde dit wel eens niet gestandaardiseerd zijn, dus meet met een ohmmeter na welke kant van de ingebouwde batterij met het chassis verbonden is!

BOEK GELEZEN

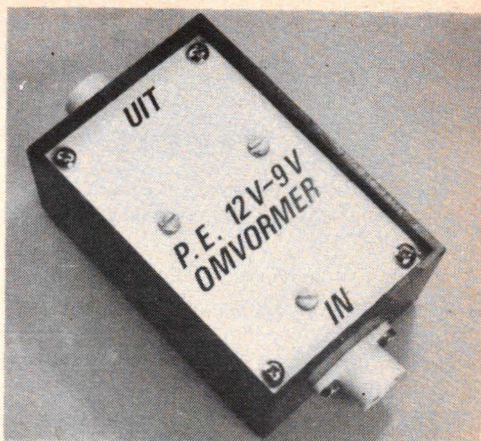


ALARMSCHAKELINGEN VOOR ZELFBOUW.

Uitgeverij: Philips Nederland B.V., Eindhoven.
Aantal pagina's: 48
Prijs: *f* 4,25

'Alarmschakelingen voor zelfbouw' is een aardig boekwerkje.
Minder aardig, maar helaas al te waar, is de volgende zin uit de inleiding: 'Door de eeuwen heen zijn er mensen geweest die zich aan bezittingen van anderen wilden vergrijpen en dus ook mensen die zich daartegen wilden wapenen'.
Nu kun je twee dingen doen, of het bezit afschaffen, dan valt er immers niks meer te vergrijpen, of je wapenen, zodat je medemens het wel uit zijn hoofd laat om jouw eigendommen te stelen. In dit boekje werd voor het laatste gekozen.
Het aardige van dit boekje zit 'm vooral in de opzet. Eerst is er een algemene inleiding, genoemd: 'Iets over alarmschakelingen'. Hierin wordt opgesomd waaruit een alarmschakeling (ook brandalarm e.d.) in ieder geval bestaat. Hierna volgt een uiteenzetting over de verschillende opnemers. Besproken worden mechanische, optische, thermische, akoestische en elektromagnetische opnemers. Verder wordt er in deze uitvoerige inleiding gesproken over het in serie en parallel schakelen van opnemers, de alarmgevers en het voeden van alarmschakelingen.
Aanbeland op pagina 17 beginnen de eigenlijke bouwbeschrijvingen. Als eerste is hier het schema van een elektronische zoemer weergegeven. Uit de bijbehorende eenvoudige beschrijving blijkt, dat deze zoemerschakelingen, evenals de elektronische schakelaar en de universele voorversterker die daarna worden besproken, als Philips onderdelenpakket verkrijgbaar is. Dankzij duidelijke printtekeningen (m.u.v. de voorversterker) is het niet noodzakelijk om de onderdelenpakketten te kopen.
Met behulp van de meerdere malen in 'Populaire Elektronika' gepropageerde 'holnietjesprint' is het op eenvoudige wijze mogelijk om simpele prints, als deze, zelf te maken. Wie ruimer in zijn hobbygeld zit, kan natuurlijk dé onderdelenpakketten kopen, maar komt dan toch in de problemen als hij (of zij), de schakelingen met PXE (piëzoxyde) opnemers wil bouwen. Hoewel Philips hiervoor geen prints en onderdelenpakketten levert, is er wel een printontwerpje bij iedere schakeling getekend, zodat het weer met de 'holnietjesprint' mogelijk is, om deze schakelingen na te bouwen.
Nalezen van de tekst is, in verband met verschillen tussen de tekeningen in het boekje (pagina 29-30) en die in de handleiding, beslist noodzakelijk.
Blijft de vraag, of er bij de bouwpakketten geen overdruk uit het boekje wordt gedaan, met de verbeterde tekeningen en beschrijvingen.
Een leerzaam boekje, waarin helder wordt uitgelegd wat de mogelijkheden met verschillende alarmschakelingen zijn. Voor wie graag ekspirementeert is vooral het laatste deel, dat over PXE zenders en ontvangers gaat, zeker de moeite waard. Maar misschien is het juist in dit gedeelte, dat men de beknopte uitleg van de schakelingen als een TE beknopte uitleg ervaart.

DE KASSETTE IN DE AUTO

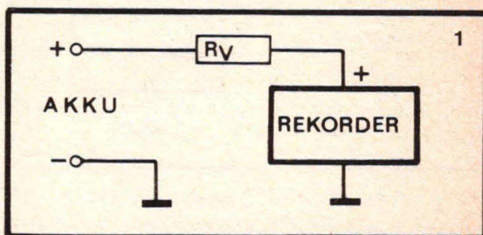


Autobezitters (en dat zijn er niet weinig) zien zich vaker gekonfronteerd met het probleem van de aansluiting van een kassetterekorder op het 'boordnet' van hun trotse bezit. Deze kassetterekorders hebben doorgaans een voedingsspanning nodig van 9 volt (6 batterijen van 1,5 volt), maar er zijn ook uitvoeringen, die zich bij 7,5 volt of zelfs bij 6 volt het gelukkigst voelen. In de auto is echter alléén maar een spanning van 12 volt aanwezig, die onder normale bedrijfsomstandigheden zelfs kan oplopen tot circa 14,5 volt. Dit laatste doet zich voor tijdens het rijden, als de autoakku helemaal opgeladen is en als er geen andere grote stroomverbruikers zijn ingeschakeld, zoals bijvoorbeeld de verlichting of de achterruitverwarming. Het zal zelfs de elektronische leek duidelijk zijn dat een kassetterekorder niet ongestraft en zonder voorzorgen zijn stroombehoeften uit het boordnet kan dekken. Wie dit laatste in twijfel trekt hoeft maar de proef op de som te nemen om tot andere gedachten te komen. Hoe kan men dit aanpassingsprobleem nu het beste oplossen? Daartoe heeft men de beschikking over drie mogelijkheden, die echter niet allemaal even goed zijn.

EERSTE MOGELIJKHEID

De eerste mogelijkheid, getekend in figuur 1, is de eenvoudigste maar ook de slechtste methode om het beoogde resultaat te bereiken. Zij bestaat eenvoudigweg uit een weerstand in serie met de rekorder. Zoals bekend ontstaat er over een weerstand een spanningsverlies, als er een stroom doorheen loopt. Hoe groter de weerstandswaarde, hoe groter het spanningsverlies bij gelijkblijvende stroom. Om tot een juiste waarde van Rv te komen dient het stroomverbruik van de rekorder bekend te zijn. Nu kan men dit meten met behulp van een universeelmeter, maar uit die metingen zou blijken dat het stroomverbruik van de rekorder varieert al naar gelang welke toets op dat moment is ingedrukt. Zo zal de rekorder meer stroom verbruiken als hij voor- of achteruit spoelt, dan wanneer hij op weergave staat. Tijdens de weergave zal bovendien het stroomverbruik afhangen van de stand van de volumeregelaar.

Ook niet opgevangen worden de schommelingen in de akkuspanning. Wil men toch met een weerstand te werk gaan, dan kan dit het beste



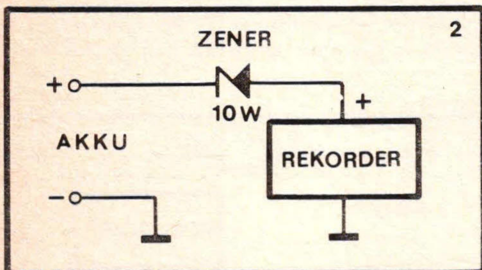
Figuur 1. De eenvoudigste 12 tot 9 volt omvormer kan uitgevoerd worden met één forse weerstand.

gedaan worden aan de hand van de volgende checklist:

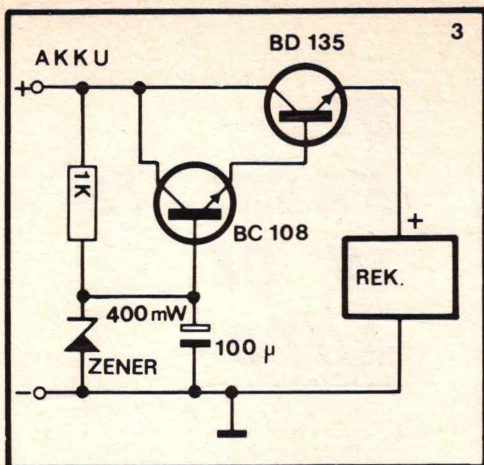
1. Zet de volumeregelaar in de middelste stand;
2. Schakel een stroommeter (bereik 1 ampère) in serie met de batterijen;
3. Druk de weergavetoets in (er moet natuurlijk wel een bespeelde kassette in de rekorder zitten);
4. Lees het stroomverbruik af en noteer dit;
5. Bepaal de voor de rekorder benodigde voedingsspanning door het aantal batterijen te tellen en dit getal met 1,5 te vermenigvuldigen;
6. Trek dit getal af van 14;
7. Deel het zodoende verkregen getal door de afgelezen stroom (in ampère);
8. De verkregen uitkomst is de weerstandswaarde van Rv in Ohm;
9. Vermenigvuldig het in punt 4 gevonden getal met het in punt 6 gevonden getal. De uitkomst van deze vermenigvuldiging geeft het vermogen in watt, dat de weerstand Rv moet kunnen verwerken. Voor alle zekerheid moet dit getal met twee vermenigvuldigd worden om een veiligheidsmarge te kreëren;
10. Koop deze weerstand in de onderdelenhandel en schakel hem volgens figuur 1 in serie met de rekorder.

TWEEDE MOGELIJKHEID

Een tweede mogelijkheid vindt men in figuur 2. Hierbij wordt in serie met de rekorder een zenerdiode van 4,7 volt geschakeld. Dit betekent dat de akkuspanning met een konstant



Figuur 2. Door middel van een zenerdiode van het meer vermogende type kan het te veel aan spanning weggemoffeld worden. Voor een 9 volts rekorder is een 4,7 V diode nodig. Een 7,5 V apparaat zoekt een 5,6 V type uit en een 6 V rekordertje wil gezelschap van een 6,2 V halfgeleider.



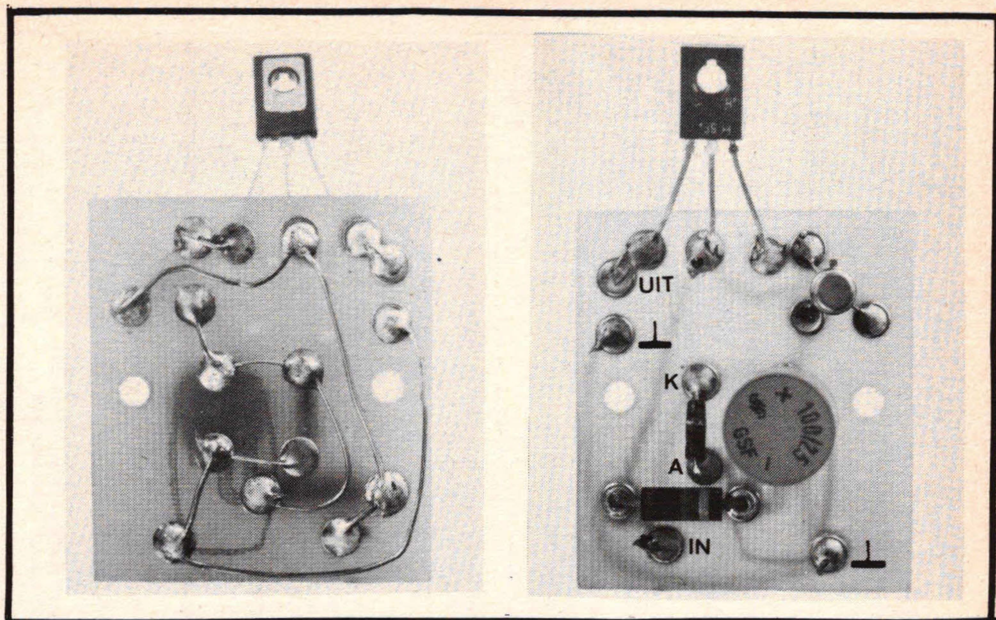
Figuur 3. Ook in deze eenvoudige gestabiliseerde voeding bepaalt de zenerdiode de uitgangsspanning. Een 10 V type levert 9V aan de uitgang; 7,5 V verkrijgt men door middel van een 8,2 V diode. De 6 V rekorders eisen een 6,8 V zener.

bedrag van 4,7 volt wordt verlaagd, voordat zij op de rekorder verschijnt. Hiermee worden wel de fluktuaties in het stroomverbruik gekompenseerd, maar niet de schommelingen van de akkuspanning. De maksimale spanning aan de rekorder bedraagt in dit geval ongeveer 9,8 volt, de minimale circa 7,3 volt. Dit zijn ongeveer de grenzen waarbinnen een kassetterekorder die voor 9 volt is gemaakt, naar tevredenheid zal funktioneren.

Voor kassetterekorders met een lagere voedingsspanning is deze methode niet zo geschikt. Bij de aanschaf van de zenerdiode dient erop gelet te worden dat het een 10 watt uitvoering is. Let er ook op dat de diode niet verkeerd wordt aangesloten, want dat kan schadelijk zijn voor de rekorder. De zenerdiode tenslotte, moet op een koelplaatje van ongeveer 5 x 5 cm² worden gemonteerd. Dit plaatje kan uit 2 mm dik aluminium vervaardigd worden.

DE DERDE METHODE

De laatste, in figuur 3 weergegeven, methode is de beste, maar ook de meest omslachtige en duurste methode.



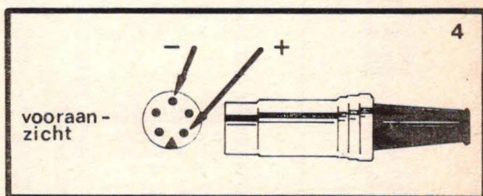
Door de toepassing van twee transistoren verkrijgt men een elektronische stabilisatie, die zowel fluktuaties van de akkuspanning als variaties in het stroomverbruik kan opvangen. Bovendien worden storingen, die altijd op de akkuspanning kunnen voorkomen, grotendeels geëlimineerd. Wel moet men de transistor BD 135 op een koelplaat monteren, die dezelfde afmetingen kan hebben als die voor de zenerdiode in figuur 2.

Door het geringe aantal onderdelen heeft het geen zin voor de schakeling een printplaatje te ontwerpen en in de 'printsjop' te verkopen. Men zou de schakeling op een stukje Montaprint kunnen onderbrengen. Wij hebben voor de uit de begintijd van de doe-het-zelf-elektronika stammende, maar zeer goed werkende oplossing van een plaatje pertinaks met holnietjes besloten. Op de foto's is duidelijk te zien hoe een en ander is uitgevoerd. Voor de richtlijnen voor het bewerken van het pertinaks wordt verwezen naar het artikel 'Lichtorgel prijstip', waar een en ander uitvoerig is behandeld. De schakeling is ingebouwd in een Teko P-1 kastje, waarvan het dekseltje dienst doet als koelplaatje voor de transistor BD 135. Men moet er uiteraard wel voor zorgen dat het dekseltje nooit in kontakt kan komen met het chassis van de auto of de massa van de bandrekorder.

De vijf onderdelen, op ware grootte op een plaatje pertinaks, vastgesoldeerd in de holnietjes.

OPMERKING

Een nadeel van de drie methodes is dat zij niet kortsluitvast zijn. Bij de aansluiting op de kassetterekorder is dus de nodige voorzichtigheid geboden om kortsluitingen te vermijden. Het gebruik van de bekende miniatuur oortelefoonplugjes moet in dit verband ten zeerste afgeraden worden. Bij het insteken van de plug in het chassisdeeltje worden beide aansluitingen namelijk even kortgesloten, en dit even kan voldoende zijn om de voeding op te blazen!

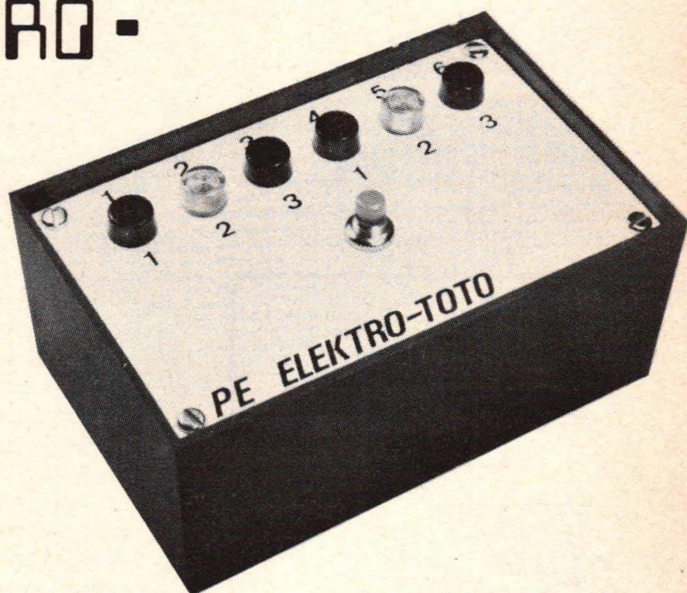


Bij Philips-rekorders is de voedingsaansluiting gestandaardiseerd door middel van een vijfpolige plug. Waar de spanning te vinden is toont deze foto.

TOTALE BOUWPRIJS: FL 36

ELEKTRO-TOTO

MET EEN INLEIDING IN DE DIGITALE TECHNIEK



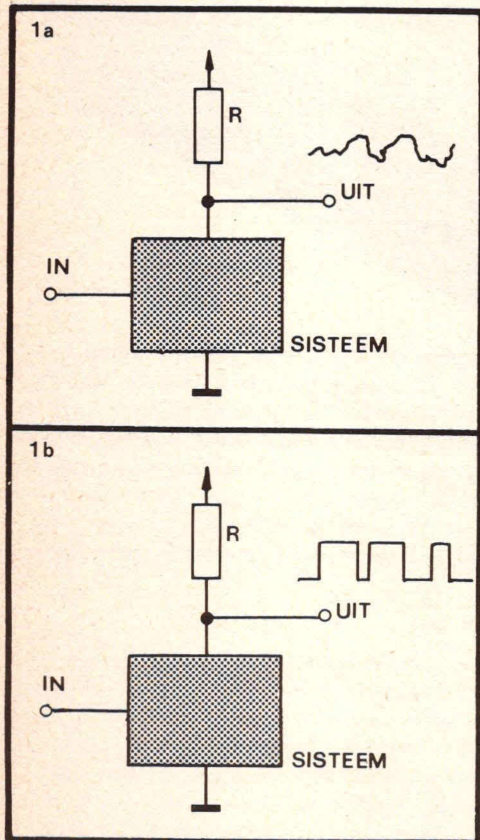
Als u al jarenlang uw toto-formulier invult volgens uw eigen zeer geheime formules en als u nog nooit iets gewonnen heeft, dan is deze schakeling het ware. Met dit apparaatje kunt u voortaan uw lot toevertrouwen aan het onzichtbare, maar driftige spel der elektronen. Behalve het totoformulier invullen kan de Elektro-toto eveneens dienst doen als elektronische dobbelsteen. De schakeling werkt op een voedingsspanning van 6 volt, dus op batterijen, zodat u het afgebouwde apparaatje zonder bezwaar aan de speel- en vernielzucht van uw kroost kunt overlaten. Door het gebruik van twee moderne geïntegreerde schakelingen is de schakeling zeer eenvoudig en een suksesvolle nabouw volledig verzekerd.

PRINCIPE VAN DE ELEKTRO-TOTO

Er zijn de laatste jaren al heel wat schakelingen van elektronische dobbelstenen in de elektronische vakbladen in binnen- en buitenland gepubliceerd. Het wonderlijke van de meeste ontwerpen is, dat hun schepper allerlei min of meer ingewikkelde elektronische schakelingen en foefjes heeft uitgedacht om de elektronische dobbelsteen maar zoveel mogelijk op zijn traditionele soortgenoot te laten lijken. Dit vinden wij net zo gek als al die schakelingen waarmee men een elektronische klok kan laten tik-takken, ding-dongen of koekoeken. Een elektronische klok of dobbelsteen is nu eenmaal niet vergelijkbaar wat opbouw betreft met de mechanische elementen en mag er dus beslist anders uitzien! Vandaar dat we bij het ontwerp van de Elektro-toto bewust gepoogd hebben het ontwerp zo eenvoudig mogelijk te maken, door de aflezing door middel van zes lampjes uit te voeren. Ieder van die lampjes heeft een bepaald, bij het toto- of dobbelsteenspel horend, nummer.

Het principe van de schakeling is dus duide-

lijk: drukt men op een drukknop, dan gaan de zes lampjes zeer snel achtereenvolgens oplichten. Deze snelheid is zo groot dat het lijkt of alle zes lampjes gelijktijdig branden. Bij het loslaten van de drukknop zal de snelheid, waarmee de lampjes oplichten in ongeveer één sekonde afnemen tot nul. Er brandt tenslotte één lampje kontinu. De schakeling heeft dan de bij dit lampje horende cijfers 'gegokt'. Door weer op de drukknop te duwen wordt het procédé herhaald en zal hetzelfde, of waarschijnlijk een ander lampje oplichten.
Het gokelement bij een dergelijke schakeling zit in de hoge snelheid waarmee de lampjes oplichten. Als men op de drukknop duwt, zullen de lampjes niet minder dan 200 keer per sekonde oplichten! Welk lampje uiteindelijk zal



Figuur 1. Het verschil tussen een analoge schakelingstrap en een digitale. Bij de digitale schakeling kan de spanning op de kollektor van de transistor alleen laag of hoog zijn.

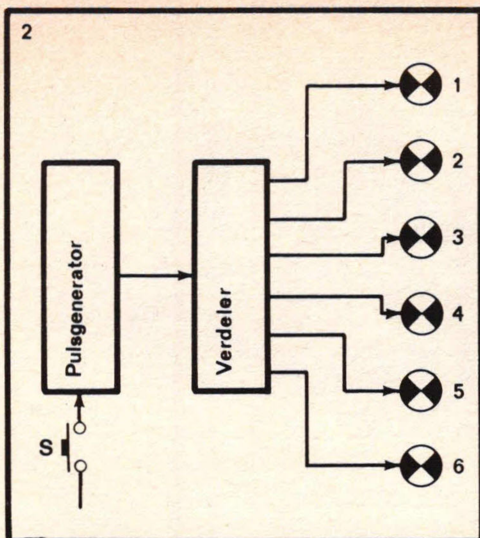
branden is dus volledig afhankelijk van het toeval, tenzij u door een kuis en ingetogen leven uw vingerspieren zó onder kontrole heeft, dat u de drukknop tot op één tweehonderdste sekonde nauwkeurig kunt indrukken!

HET DIGITALE VAN DE SCHAKELING

Vooraleer de werking van de schakeling te bespreken, is het noodzakelijk enige woorden te wijden aan het elektronische principe waarop de schakeling drijft. In de elektronika kent men twee grote principes, waarmee alle systemen werken (figuur 1).
Het eerste is de analoge. In analoge schakelingen kunnen de spanningen en stromen in de schakeling alle mogelijke waarden tussen nul en maksimum hebben. Een typisch voorbeeld van een analoge schakeling is een geluidsversterker, zoals de Peppemop uit het eerste nummer van 'Populaire Electronica'.
Het tweede principe is het digitale. In een digitale schakeling zal de spanning op een bepaald onderdeel er zijn of er niet zijn, om de woorden van de beroemde schrijver te gebruiken: het al of niet beschikbaar zijn van spanning op verschillende punten in de schakeling is bepalend voor wat de schakeling gaat doen. Als er bijvoorbeeld op twee punten spanning aanwezig is, zal een lamp gaan branden. Als de spanning op een van die punten wegvalt zal de lamp doven.
Het aanwezig zijn van spanning op een bepaald punt wordt aangeduid door de notatie 'H'. Men zegt dat de spanning op dat punt hoog is. Het afwezig zijn van spanning duidt men aan door de notatie 'L' en men zegt dat dát punt laag is.
Een volgend kenmerk van de digitale schakeling is, dat de werking van de schakeling wordt bevolen door spanningsovergangen van 'H' naar 'L' of vice versa. De werking van een digitale schakeling verloopt dus schoksgewijs: telkens als er een spanning omschakelt, zal de schakeling 'iets' ondernemen.
Dit omschakelen van de spanning van 'H' naar 'L' en omgekeerd noemt men een puls.
Gewapend met deze wetenschap kan men de werking van de Elektro-toto (eveneens een digitale schakeling) vrij eenvoudig doorgronden.

BLOKSCHEMA VAN DE ELEKTRO-TOTO

In figuur 2 is het blokschema van het appa-



Figuur 2. Het eenvoudige blokschema van de 'Elektro-toto'. De lampjes worden in praktijk uiteraard gestuurd door tussenschakeling van transistoren.

raatje getekend. Men ziet: heel erg ingewikkeld is het niet! Door het drukken op de druktoets S wordt een pulsgenerator aan het werk gezet. Deze wekt een hoeveelheid pulsjes op. Dat wil dus zeggen dat de uitgang van die generator voortdurend van 'H' naar 'L' en weer van 'L' naar 'H' zal gaan. Dit gebeurt ongeveer 200 keer per sekonde. Men zegt dat de frekwentie van de generator 200 Hertz is. Als men de drukknop loslaat, zal door een ingebouwde schakeling de frekwentie snel gaan dalen. Na ongeveer één sekonde valt de generator stil.

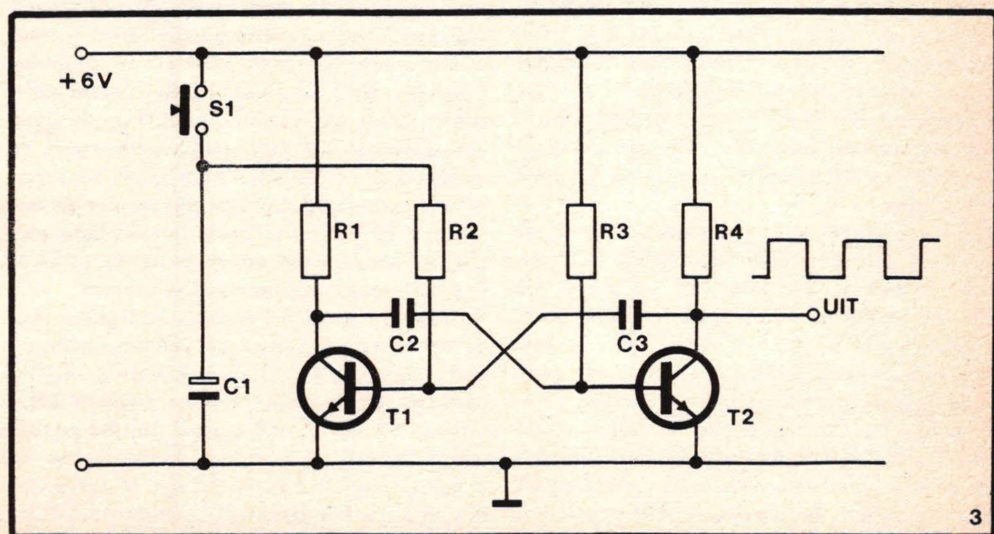
De pulstrein van de generator wordt aangeboden aan een schakeling, die in figuur 2 de zeer onelektronische naam 'verdeler' heeft gekregen. Maar deze titulatie maakt wel duidelijk wat de schakeling doet! De werking kan inderdaad het best vergeleken worden met de bekende verdeler in het ontstekingscircuit van ons aller auto. Net zoals die verdeler de hoogspanning achtereenvolgens met de verschillende bougies doorverbindt, zo zal de 'verdeler' in de Elektro-toto de pulsen met de achtereenvolgende lampjes verbinden. Het laatste pulsje van de generator bepaalt dus welk lampje kontinu gaat branden.

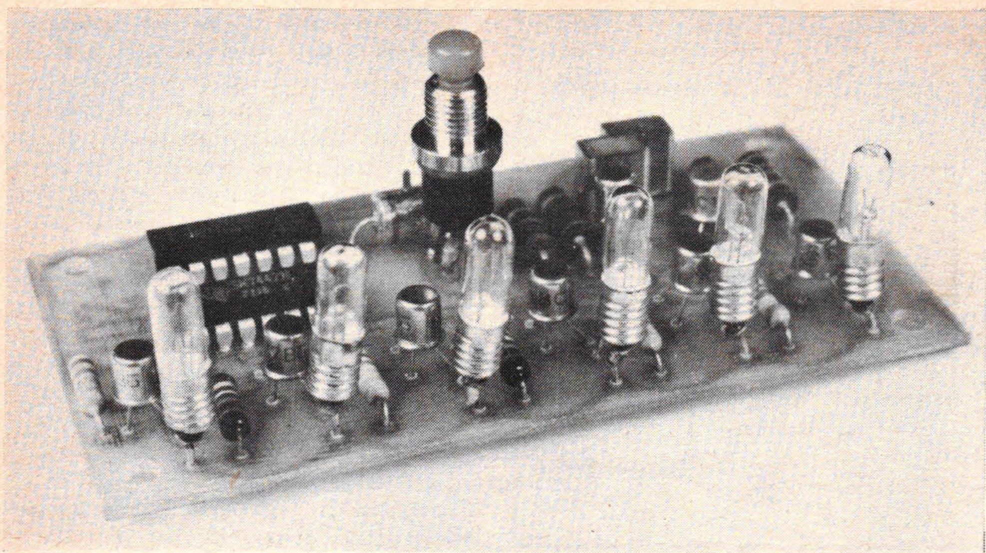
In het blokschema van figuur 2 zijn de lampjes rechtstreeks op de verdeler aangesloten. In de praktijk is de verdeler veel te zwak om de relatief veel stroom vergende lampjes rechtstreeks te sturen. Er moeten dus transistoren tussengeschakeld worden die voor voldoende stroomversterking kunnen zorgen om de lampjes te laten oplichten.

DE PULSGENERATOR

Het schema van dit schakelblok is in figuur 3 getekend. De schakeling heet in vaktermen

Figuur 3. De pulsgenerator, opgebouwd uit twee transistoren die als a-stabiele multivibrator geschakeld zijn.





'a-stabiele multivibrator'. Twee transistoren, ieder met een eigen basis- en kollektorweerstand, zijn onderling via de kondensatoren C 2 en C 3 doorverbonden. De basis van transistor T 1 is door middel van C 3 verbonden met de kollektor van T 2 en de basis van deze tweede halfgeleider is via kondensator C 2 verbonden met de kollektor van T 1.
Wat gebeurt er als wel de voedingsspanning van 6 volt is aangesloten maar men niet op schakelaar S 1 duwt? Transistor T 2 zal geleiden, daar de basis via weerstand R 3 met de voeding verbonden is. De kollektorspanning van deze transistor is dus gelijk aan massapotentiaal, of, digitaal uitgedrukt, is laag ('L'). Halfgeleider T 1 spert, daar de basis aangesloten is op een volledig ontladen elko C 1. De transistor trekt geen stroom, de kollektor is met de voeding verbonden. Digitaal komt dit overeen met 'H'. Dit is de rusttoestand van de schakeling.
Door het drukken op druktoets S 1 wordt de elko C 1 plotseling opgeladen tot op het voedingspotentiaal. De basis van T 1 wordt via weerstand R 2 met deze spanning verbonden. Het gevolg is dat deze transistor volledig gaat geleiden. Aan de kollektor ontstaat een puls, daar de spanning van 'H' naar 'L' springt.
Kondensator C 2 zal, gevolg gevend aan zijn ingeboren kondensator-instinkt, deze negatieve puls ongemoeid aan de basis van transistor T 2 doorgeven. Verontwaardigd door dit kabaal aan zijn basis-voordeur besluit deze halfgeleider dadelijk te sperren. De kollektor wordt dus 'H'. Men stelt vast dat de rollen nu omgedraaid zijn: was in rust de uitgang 'L' en de kollektor van T 1 'H', nu hebben beide kollektoren de tegengestelde waarde. Dit is de a-stabiele toestand van de schakeling.
De negatieve spanning, die transistor T 2 zo aan het schrikken bracht, vloeit via weerstand R 3 langzaam weg naar het voedingspotentiaal. Na een bepaalde tijd wordt de basis van T 2 weer 0,7 volt positief. En zoals een aandachtige lezer van dit nummer van 'Populaire Electronica' ondertussen reeds weet, dit wil zeggen dat voor T 2 de tijd van zalig nietsdoen voorbij is. Het is weer geleiden geblazen. De kollektor wordt dus weer 'L'. Deze negatieve spanningssprong komt via kondensator C 3 op de basis van transistor T 1. Deze halfgeleider spert, de kollektor wordt 'H'. De schakeling is dus terug in de rusttoestand. Op dezelfde manier als besproken bij T 2 zal de basis van T 1 langzaam positief worden. Het gevolg is dat de schakeling weer omklapt, enzovoort, enzovoort.
Zolang weerstand R 2 door het indrukken van de schakelaar S 1 met de voedingsspanning verbonden blijft, zal de schakeling blijven oscilleren en als gevolg ontstaan aan de kollektor van T 1 een reeks pulsen. De frekwentie van die pulstrein kan door de keuze van de kondensatoren C 2 en C 3 en van de weerstanden R 2 en R 3 ingesteld worden op 200 Hz

(= 200 pulsen per sekonde).

Wat gebeurt er als men de drukknop loslaat? Weerstand R 2 wordt van de voeding losgekoppeld. De grote elektrolitische kondensator C 1 was evenwel opgeladen tot de voedingsspanning. Nu doen dergelijke grote kondensatoren dienst als spanningsreservoir. De basis van transistor T 1 zal dus nog enige tijd gevoed worden uit de in de kondensator opgezamelde spanning. De schakeling blijft dus pulsen opwekken, maar daar de spanning over de elko langzaam afneemt, zal het steeds langer gaan duren voordat de basis van T 1 na de negatieve spanningssprong via C 3 weer positief wordt. Met andere woorden: de frekwentie van de pulstrein zal op een kontinue wijze afnemen. Na ongeveer één sekonde is de kondensator C 1 volledig ontladen en stopt de oscillator.

De praktische bedoeling van deze schakeling zal duidelijk zijn. De schakeling zal, net zoals een normale dobbelsteen langzaam 'uitrollen', waardoor het spanningselement verhoogd wordt.

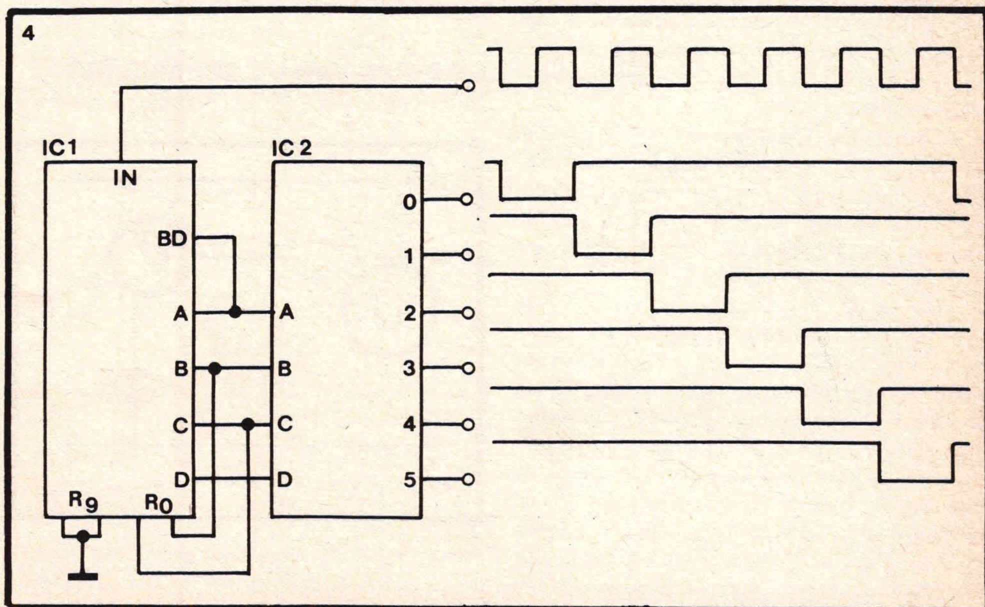
Figuur 4. De verdeler is samengesteld uit twee geïntegreerde schakelingen en verbergt zijn geheimen in deze twee minuskule zwarte blokjes.

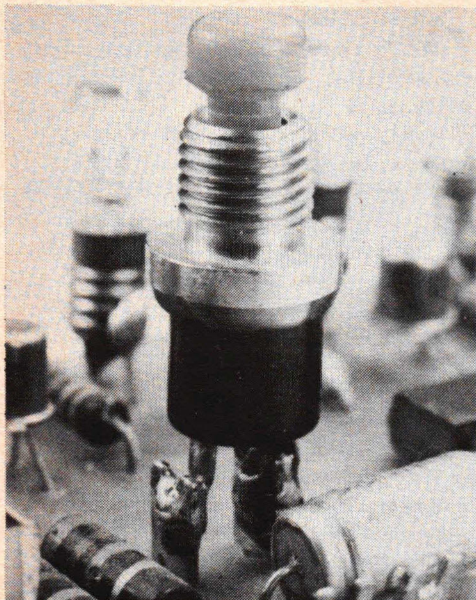
DE VERDELER

De verdeler wordt in figuur 4 voorgesteld. Deze schakeling is opgebouwd uit twee digitale geïntegreerde schakelingen, beide van de TTL-reeks. Geïntegreerde schakelingen zijn kleine zwarte doosjes, voorzien van 14 of 16 aansluitingen. In dit doosje is op een halfgeleiderkristal van enige vierkante millimeters een zeer komplekse elektronische schakeling opgebouwd, bestaande uit verschillende tientallen transistoren, weerstanden en diodes! Dezelfde schakeling uitgevoerd met onderdelen, zou zeker een printplaatje van 10 bij 10 cm^2 nodig hebben!

Zonder gebruik te maken van deze moderne geïntegreerde schakelingen zou de nabouw van de 'Elektro-toto' bijna niet tot een goed einde gebracht kunnen worden daar de schakeling veel en veel te ingewikkeld zou zijn.

De uitgangspulsen van de pulsgenerator worden aangeboden aan de ingang van IC 1. Dit IC, de SN 7490, is een zogenaamde tienteller. Door bepaalde terugkoppelingen is de schakeling in deze toepassing als zes-deler geschakeld. Het zou te ver voeren om de precieze werking van dit IC (geïntegreerde circuit) in dit artikel te beschrijven. Samengevat kan gesteld worden dat aan de drie uitgangen A, B en C een kode van 'H' en 'L' signalen zal verschijnen. Deze





kode is afhankelijk van het aantal pulsen dat aan de ingang van de schakeling reeds is toegevoerd. Daar, zoals gezegd, het IC als zes-deler is geschakeld, zullen er 6 verschillende uitgangskodes optreden. Deze kodes worden, zolang er pulsen aan de ingang verschijnen, kontinu doorgelopen. Als er geen pulsen meer aan de ingang worden toegevoerd, dan zal de uitgangskode, overeenkomend met de laatst getelde puls, op de uitgangen blijven staan. Het IC is dus in feite een soort geheugen, dat onthoudt hoeveel pulsen aan de ingang toegevoerd werden.

De werking is te vergelijken met de verdeler in een zescilinder motor. De verdeler draait, zolang de motor werkt, rond en verbindt de verschillende bougies achtereenvolgens met de hoogspanning. Als de motor stopt, blijft de verdeler in een bepaalde stand staan.

De kode op de drie uitgangen van de SN 7490 moet vervolgens omgezet worden in zes signalen, die de lampjes kunnen sturen. Hiervoor wordt beroep gedaan op een tweede IC, de SN 7442. Deze schakeling is een kode-omzetter. Het onderdeel heeft vier ingangen en tien uitgangen. In deze toepassing worden alleen de ingangen A, B en C en de uitgangen 0 tot en met 5 gebruikt. Als aan de ingangen van de schakeling de kode, overeenkomend met puls één, wordt aangelegd, dan zal de uitgang 0 van het IC 'L' worden. De 5 overige uitgangen blijven 'H'. Verschijnt vervolgens de kode van puls nummer twee aan de ingangen, dan zal uitgang 1 'L' worden en de overige uitgangen 'H'. Op deze manier wordt de gehele cyclus doorlopen.

In de figuur van figuur 4 is door middel van een grafiek het pulsverloop in de schakeling verduidelijkt. Duidelijk is te zien hoe de 'L'-toestand de zes uitgangen doorloopt, op het ritme van de ingangspulsen.

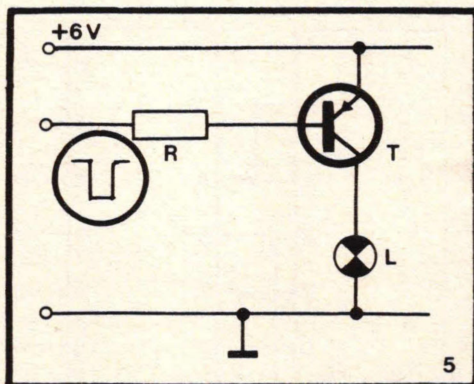
DE LAMPSTUURKRING

De lampstuurkring, die in totaal zes keer nodig is, is in figuur 5 getekend. De ingang is verbonden met een der uitgangen van de voorgaande schakeling. De gebruikte transistor is een PNP-eksemplaar. Deze transistor zal dus slechts geleiden, als de basis negatief wordt ten opzichte van de emitter. Zoals besproken is de uitgang van de SN 7442 normaliter 'H'. Dit 'hoge' signaal komt overeen met de 6 volt voedingsspanning. De basis-emitterspanning van de transistor is nul, de halfgeleider spert en het in de kollektorleiding opgenomen lampje brandt niet.

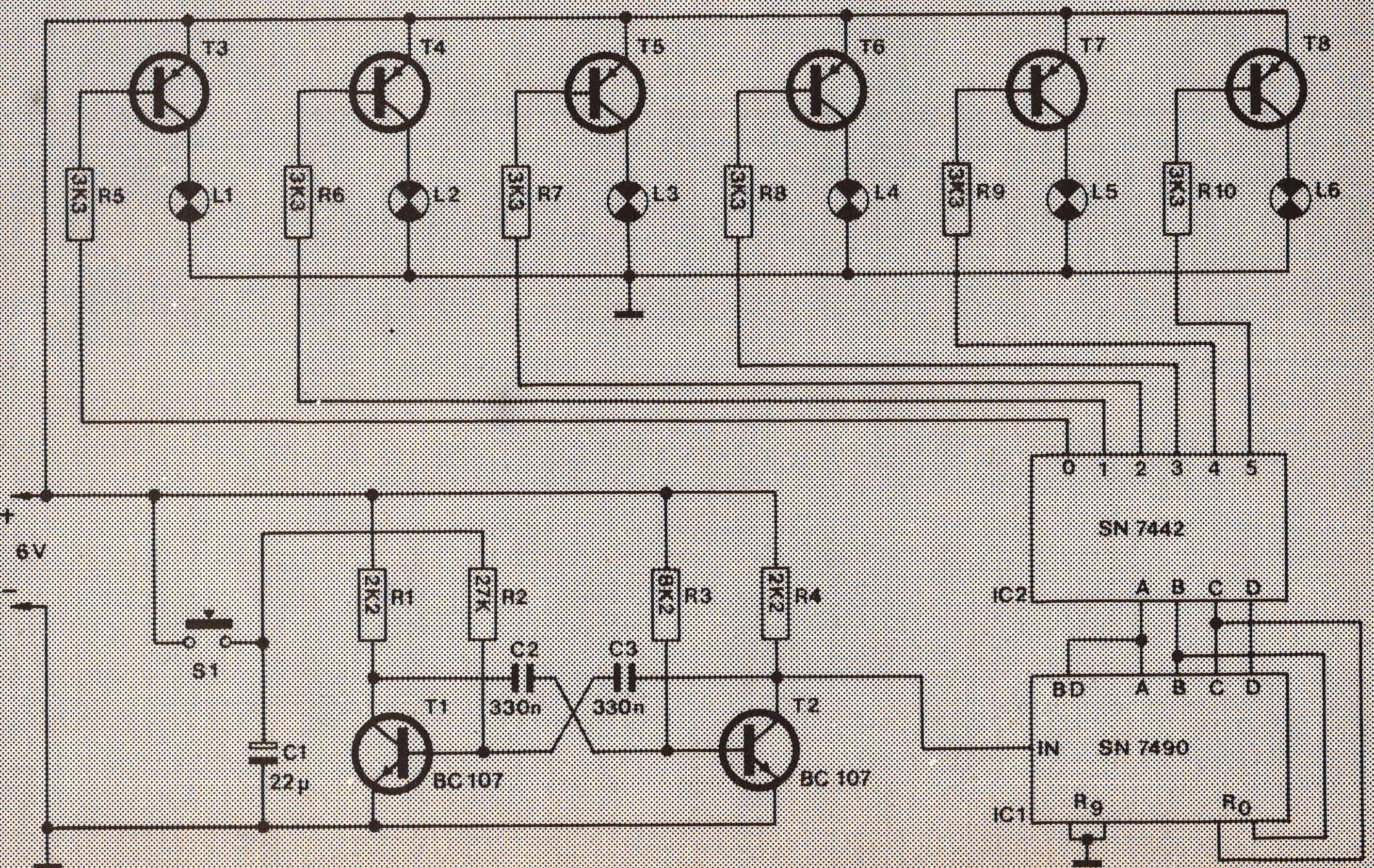
Als de uitgang waarop de lamp-driver is aangesloten 'L' wordt, wordt de basis van de transistor met massa verbonden. De halfgeleider wordt voluit gestuurd, het lampje wordt met de voedingsspanning verbonden en licht op.

DE BOUW VAN DE SCHAKELING

De volledige schakeling is in figuur 6 getekend.



Figuur 5. Een als schakelaar gestuurde transistor doet het lampje op de juiste ogenblikken oplichten.


6
T3 – T8 = BC 177
T3
T4
T5
T6
T7
T8
3K3
R5
R6
R7
R8
R9
R10
L1
L2
L3
L4
L5
L6
0 1 2 3 4 5
SN 7442
IC2
A B C D
BD
SN 7490
IN
IC1
R9
R0
+
6V
–
S1
C1
22µ
2K2
R1
27K
R2
8K2
R3
2K2
R4
C2
330n
C3
330n
T1
BC 107
T2
BC 107

Zonder moeilijkheden kan men alle besproken gedeelten terugvinden.
Het printje van figuur 7, 9,5 maal 5 cm² groot, herbergt alle onderdelen. Figuur 8 geeft de plattegrond van het printje.
Men begint met in de gaatjes van de drukknop en de aansluitingspunten vier soldeerlipjes vast te solderen. Nadien komen de 10 (0,25 watt) weerstanden aan de beurt. Bij het monteren van de kondensatoren moet op de polariteit van de elko C 1 gelet worden. Voor de onderdelen C 2 en C 3 zijn in het prototype miniatuur MKM-kondensatoren van Siemens gebruikt. Deze handige, kleine kondensatoren worden door steeds meer onderdelenhandelaars op het programma genomen.
Vervolgens komen de 8 transistoren op de print. Het nokje aan het lichaam duidt de emitter aan. Bij het insolderen van de geïntegreerde schakeling moet men letten op de stand van de inkeping in het huisje. Soldeer zorgvuldig! Te veel soldeer resulteert in kortsluiting tussen de pennetjes. De drukknop, een normaal miniatuur Japans ding, kan nu met zijn aansluitingen aan de soldeerlipjes op de print bevestigd worden.
De lampjes moeten enige voorbewerking ondergaan. Zowel aan het messing huisje als aan het middelkontakt moeten draadjes van 1 cm lengte gesoldeerd worden. Vertin eerst even de plaatsen waar de draadjes komen, dan verloopt de hele operatie probleemloos! Nadien komen de lampjes, netjes geordend, op de print. De schakeling is klaar voor inbouw en voor tests.

DE INBOUW VAN DE SCHAKELING

Uiteraard wordt het printje eerst getest. Sluit vier 1,5 volt elementen in serie (plus aan min) en verbindt het geheel met de print. Verwisselen van polariteit, ook maar even, kan de IC's vernielen! Als alles goed is, moet nu een van de lampjes gaan branden. Is dit niet het geval, maak dan dadelijk de batterij los en kontroleer de print grondig op verkeerd ingesoldeerde onderdelen of kortsluitingen door soldeerbruggen.
Funktioneert alles zoals beschreven en drukt men op de knop, dan zullen alle zes lampjes zwak opgloeien. Laat men nadien de knop los, dan zal men de 'Elektro-toto' duidelijk zien 'uitrollen' en één lampje zal gaan branden.
Het prototype van de schakeling hebben we

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN:

R 1	=	2,2 kOhm ¼ watt
R 2	=	27 kOhm ¼ watt
R 3	=	8,2 kOhm ¼ watt
R 4	=	2,2 kOhm ¼ watt
R 5	=	3,3 kOhm ¼ watt
R 6	=	3,3 kOhm ¼ watt
R 7	=	3,3 kOhm, ¼ watt
R 8	=	3,3 kOhm, ¼ watt
R 9	=	3,3 kOhm, ¼ watt
R 10	=	3,3 kOhm, ¼ watt

KONDENSATOREN:

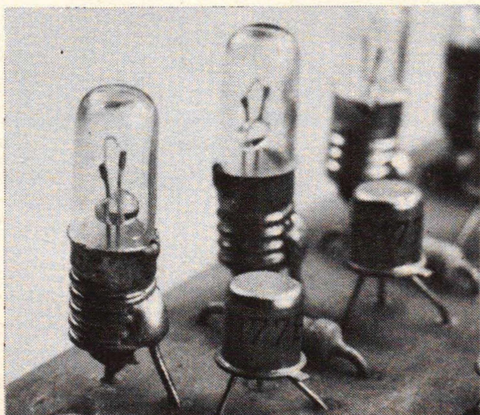
C 1	=	22 uF, 6 V aksiale elko
C 2	=	330 nF, Siemens MKM
C 3	=	330 nF, Siemens MKM

HALFGELEIDERS:

T 1	=	BC 107 A, B of C
T 2	=	BC 107 A, B of C
T 3	=	BC 177 A, B of C
T 4	=	BC 177 A, B of C
T 5	=	BC 177 A, B of C
T 6	=	BC 177 A, B of C
T 7	=	BC 177 A, B of C
T 8	=	BC 177 A, B of C
IC 1	=	SN 7490
IC 2	=	SN 7442

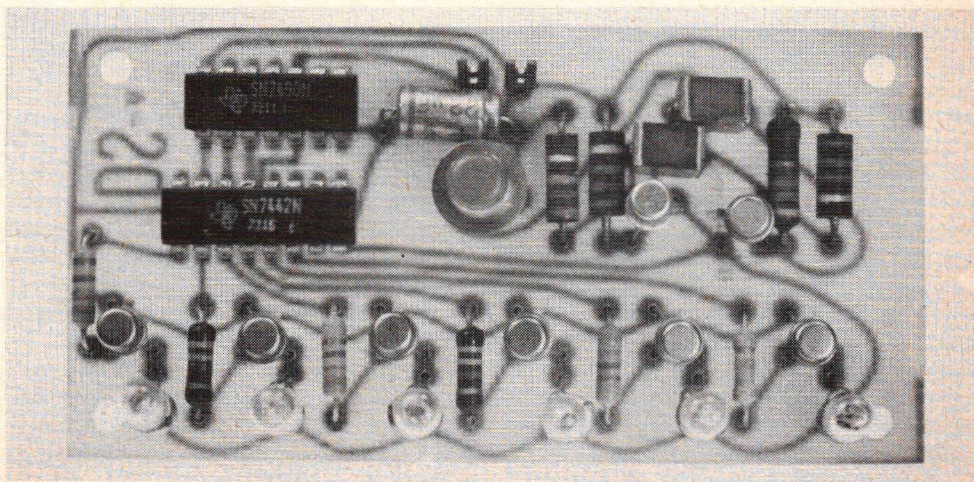
DIVERSEN:

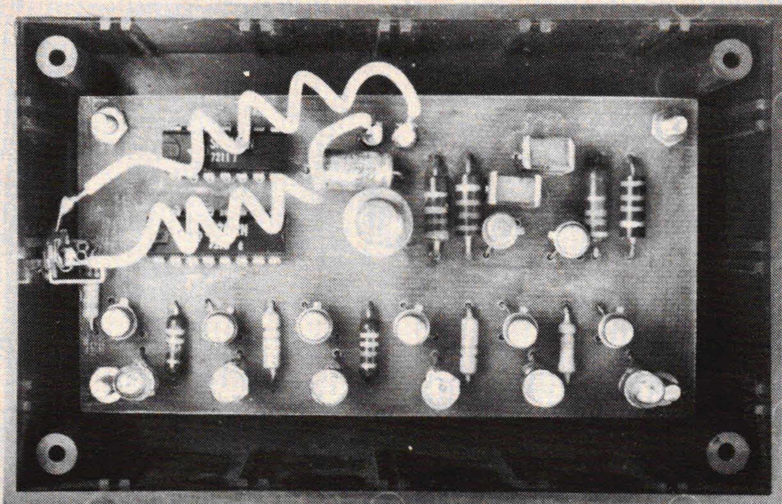
Een miniatuur drukknopje
Zes miniatuur 6,3 volt lampjes
Een Teko P-2 kastje



Figuur 7. Het printje van de 'Elektro-toto', dat bij de redaktie besteld kan worden.

Figuur 8. Als alle onderdelen volgens deze figuur in het printje geprikt worden, zal de schakeling zonder enige twijfel dadelijk doen wat er van haar verwacht wordt.





Als men de print met twee centimeter lange afstandsbusjes op de bodem vastschroeft, dan komen de lampjes en de schakelaar op de juiste afstand van het frontplaatje te zitten. Gebruik voor de aansluiting van de voeding liefst geen gewone banaanstekkers, daar dan de kans dat de batterij verkeerd verbonden wordt, te groot is.

ingebouwd in een plastic Teko P-2 kastje, dat voor weinig geld in iedere onderdelenhandel, die naam waardig, verkrijgbaar is. Nadeel is, dat de batterijen door middel van een dun tweeaderig snoertje ekstern aangesloten moeten worden. Wij vonden het belangrijker dat de 'Elektro-toto' klein is, zodat hij een onopvallend plaatsje op het speelveld kan krijgen.
In het aluminium dekseltje worden 7 gaatjes geboord: 6 voor de lampjes en één voor de schakelaar. In de bodem van het kastje komen vier gaten voor de bevestiging van het printje. In een der zijwanden kan een miniatuur telefoonplugje voor de toevoer van spanning zorgen. Het printje wordt met afstandsbusjes van 2 cm op de bodem van het kastje vastgeschroefd. De plug wordt met twee kleine draadjes op de print aangesloten. Het dekseltje van het kastje kan met verf in spuitbus geschilderd worden en voorzien van de nodige indikaties. Voor de batterijen zijn handige batterijhouders in de handel, maar men kan natuurlijk ook zelf een batterijdoosje knutselen.

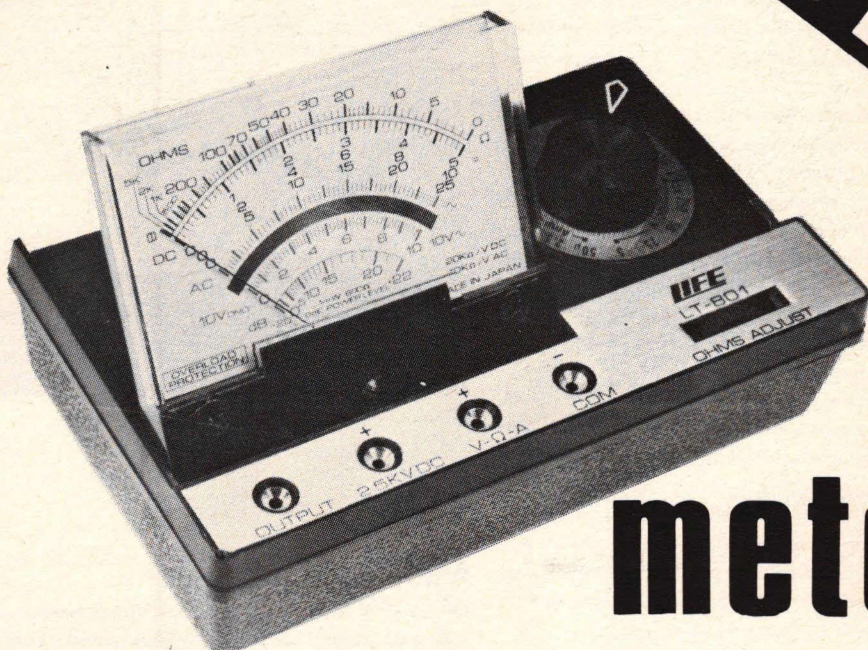
EPILOOG

Het vreemde is dat bij demonstratie van de 'Elektro-toto' aan niet-elektronisch deskundige mensen, de meesten niet willen geloven dat de met de schakeling 'geworpen' getallen net zo willekeurig zijn als met een normale dobbelsteen zou mogelijk zijn. Daarom hebben we een eenvoudig proefje genomen. We hebben de resultaten van 120 'worpen' genoteerd en opgeteld hoe dikwijls ieder cijfer voorkwam. Volgens de waarschijnlijkheidstheorie zou dit 20 maal moeten zijn. De resultaten waren:

cijfer 1: 20 maal
cijfer 2: 16 maal
cijfer 3: 22 maal
cijfer 4: 18 maal
cijfer 5: 20 maal
cijfer 6: 24 maal.

Men ziet dat de resultaten aardig kloppen met het ideale. De afwijkingen worden veroorzaakt, doordat de 'steekproef', dus het aantal proefworpen, te klein was om de kansrekening er eksakt op toe te passen. Wie de tijd ervoor over heeft zal vaststellen, dat de afwijkingen bij 1200 proefworpen kleiner zullen zijn.
Wat niet onderzocht is, maar zonder meer zeer interessant, is of de elektronische dobbelsteen net zo beïnvloedbaar is door para-psychologisch begaafde personen als zijn mechanisch ekwivalent!

gemeten TEST meter



Door enige adverteerders wordt voor de prijs van ƒ 43,00 à ƒ 56,00 een universeelmeter aangeboden, die luistert naar de naam 'LIFE LT-801' of 'EAGLE C-1095'. Het is niet de allergoedkoopste, maar gezien specifikaties en prijs, wel een universeelmeter die een nader onderzoek meer dan waard is. Of dit instrument heelhuids van de 'PE'-testbank kwam, blijkt uit het nu volgend artikel. De meter zal in deze test onder andere beoordeeld worden op zijn mogelijkheden, bedieningsgemak en betrouwbaarheid.

MOGELIJKHEDEN

De mogelijkheden met deze universeelmeter zijn redelijk te noemen.

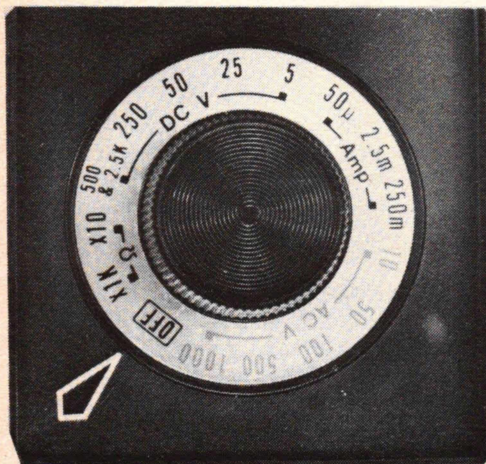
Er kunnen gelijkspanningen gemeten worden in de bereiken 5 - 25 - 50 - 250 - 500 volt, met een uitbreiding tot 2500 volt en wisselspanningen in de bereiken 10 - 50 - 100 - 500 - 1000 volt. Een gebruikelijke range, afgezien van de wens om ook gelijkspanningen (bijvoorbeeld basis-emitter-spanningen) in een 1 volt bereik te kunnen meten.

Beperkter zijn de gebieden voor stroom- en weerstandsmeting. Het gelijkstroombereik is in drie stappen instelbaar: 50 mikro-ampère, 2,5 en 250 milli-apère. Het weerstandsbereik heeft slechts twee stappen: x 10 en x 1 k. Dit maakt het wel moeilijk om lage en hoge weerstanden redelijke nauwkeurig te kunnen meten.

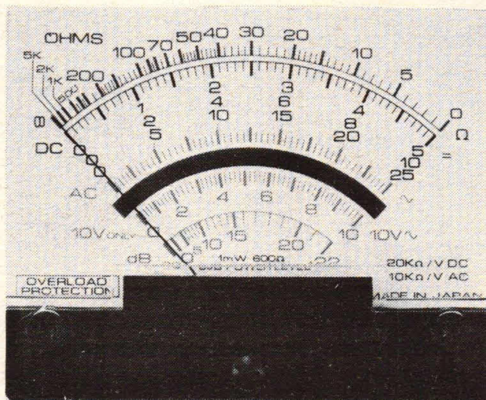
Andere mogelijkheden zijn een 'output-meting', waarmee men wisselspanningen, die gesuperponeerd zijn op gelijkspanningen kan meten, en een decibel-meting. Deze laatste heeft echter zo'n minuskule schaal, dat deze mogelijkheid beter buiten beschouwing kan blijven.

HET UITERLIJK

Het opmerkelijkst aan deze meter is de opklapbare schaal, die ervoor zorgt dat men zich niet over het instrument hoeft te buigen, om een meetwaarde af te lezen.
Minder uitgekiend is de bedieningsknop. De markeringspijl staat rechtsboven, in plaats van linksboven, zodat men tijdens het kiezen van het bereik niet goed kan zien op welke stand de meter komt te staan. De tekst is ook niet overduidelijk, doordat men op een vrij kleine ruimte veel letters en cijfers kwijt moest. Wel is het wisselspanningsgedeelte in rode kleur weergegeven, zodat vergissing uitgesloten is.
De kontaktbussen zitten onder het metertje duidelijk op een rij. Het metertje zelf heeft een schaallengte van 6 centimeter. Het ohm-bereik is eenvoudig af te regelen met de 'ohm-adjust.' Hierbij valt wel op, dat met deze knop de wijzer van uiterst links tot uiterst rechts te regelen is, de noodzaak hiervan is niet duidelijk.
Om de batterij te kunnen vervangen hoeft slechts één schroefje losgedraaid, waarna het kapje kan worden losgenomen. Het inwendige van de meter is nu te bestuderen. Dat we mogen rekenen op een betrouwbaar instrument blijkt uit de degelijke konstruktie, met een stevige printschakelaar, goed gesoldeerde onderdelen, stevige verende meetklemmetjes en zelfs afgelakte montage-schroefjes.



Kortom, een degelijk meetinstrument en geen 'goedkoop japans transistortje' (al komt de meter wel uit dat land).
De meter is beveiligd tegen overbelasting door enige diodes over de meterspoel.



PRINCIPE VAN DE TEST

De waarde van ieder meetinstrument staat of valt natuurlijk met de nauwkeurigheid, waarmee de meting wordt weergegeven. Er waren maar liefst 260 metingen nodig, om van alle bereiken een betrouwbare indruk te krijgen. Deze 260 metingen moesten nadien nog omgerekend worden in gemiddelde meting, absolute fout en procentuele fout. De vijf pagina's vol tabellen liggen ter inzage. Nu willen we iedereen die droge tabellen vol cijfertjes besparen, maar we moeten toch minstens aan de hand van een voorbeeld uitleggen hoe we aan de resultaten zijn gekomen.
Okee, daar gaan we.
Als ingrediënten waren nodig: een te testen meter, ergens in een willekeurige onderdelenhandel gekocht, een regelbare spannings- en stroombron en een handvol regelbare weerstanden. Als ijk-instrument werd uitgegaan van een 'John-Fluke' drie en een halve dekade digitale universeelmeter, U weet wel, zo'n meter die het meetresultaat door middel van getallen weergeeft.



Als voorbeeld bespreken we het 5 volt gelijkspanningsbereik (zie tabel). De te testen meter wordt, parallel met de digitale meter, aangesloten op een regelbare spanningsbron. Deze bron wordt zó ingesteld, dat de te testen meter eksakt 5 volt aanwijst (dank zij de spiegelschaal gaat dit probleemloos). Op de digitale voltmeter wordt nu de eksakte spanning afgelezen: 5,17 volt. De voeding wordt nadien in stappen van 0,5 volt omlaaggeregeld, telkens wordt de spanning door middel van de te testen meter ingesteld en afgelezen op de digitale meter. Nadien wordt dit procédé herhaald, maar van onder naar boven. Iedere meting wordt dus twee keer uitgevoerd, en van deze twee metingen wordt de gemiddelde waarde berekend.

De absolute fout is het verschil tussen de door de LIFE meter aangeduide waarden en de gemiddelde digitale uitlezing. De laatste kolom geeft deze absolute fout, omgerekend in procenten. De geteste meter heeft dus bijvoorbeeld op het 5 volt bereik een afwijking van 3,5% bij meting van een spanning van 5 volt. Als in wat volgt wordt gesproken over de procentuele afwijking van een bereik, dan is dit de waarde, verkregen door het gemiddelde te berekenen van alle procentuele fouten, gemeten op dit bereik.

GELIJKSPANNINGEN

Eerst werd de gevoeligheid gemeten.

5 volt: gemeten 20,38 kilo-ohm per volt
25 volt: gemeten 20,32 kilo-ohm per volt
50 volt: gemeten 20,04 kilo-ohm per volt
250 volt: gemeten 20,08 kilo-ohm per volt
500 volt: gemeten 19,96 kilo-ohm per volt
gemiddeld gemeten 20,16 kilo-ohm per volt

Hier wordt dus volledig aan de specifikaties (20 kilo-ohm per volt) voldaan.

Vervolgens werd de procentuele afwijking van de verschillende bereiken gemeten, volgens de beschreven metode.

5 volt bereik: gemiddeld 1,53 %
25 volt bereik: gemiddeld 0.97 %
50 volt bereik: gemiddeld 1,08 %
250 volt bereik: gemiddeld 1,34 %
500 volt bereik: gemiddeld 1,04 %

De gemiddelde fout voor het volledige gelijkspanningsbereik is dus 1,19 %, zonder meer een zeer goede waarde voor een meter van deze prijsklasse!

GELIJKSTROMEN

De inwendige weerstand op deze bereiken, belangrijk omdat hij de spanningsval over de meter bepaalt, is als volgt:

50 mikro-ampère: 8,68 kilo-ohm
2,5 milli-ampère:172 ohm
250 milli-ampère: 2,1 ohm

De gemiddelde procentuele afwijking op de drie meetbereiken werd gemeten als:

50 mikro-ampère bereik: gemiddeld 1,08 %
2,5 milli-ampère bereik: gemiddeld 1,65 %
250 milli-ampère bereik: gemiddeld 0,87 %

Het algemeen gemiddelde voor gelijkstroommetingen is dus 1,20 %, en ligt in dezelfde grootte-orde als die voor gelijkspanning. Zeer goed!

WEERSTANDEN

Een belangrijk gegeven is de grootte van de stroom, die door de te meten weerstand kan vloeien. Uiteraard wordt deze stroom eveneens bepaald door de waarde van de weerstand. We hebben de stroom gemeten, die uit de meter komt als en de meetklemmen kortsluit:

x 10 bereik: 5,05 milli-apère
x 1k bereik: 52,0 mikro-ampère

De gemiddelde procentuele fout op de twee bereiken is:

x 10 bereik: gemiddeld 1,84 %
x 1k bereik: gemiddeld 2,94 %

Het algemeen gemiddelde is dus 2,39 %, slechter dan de fout bij gelijkspanningen en -stromen, maar dit is een normaal verschijnsel bij universeelmeters.

WISSELSPANNINGEN

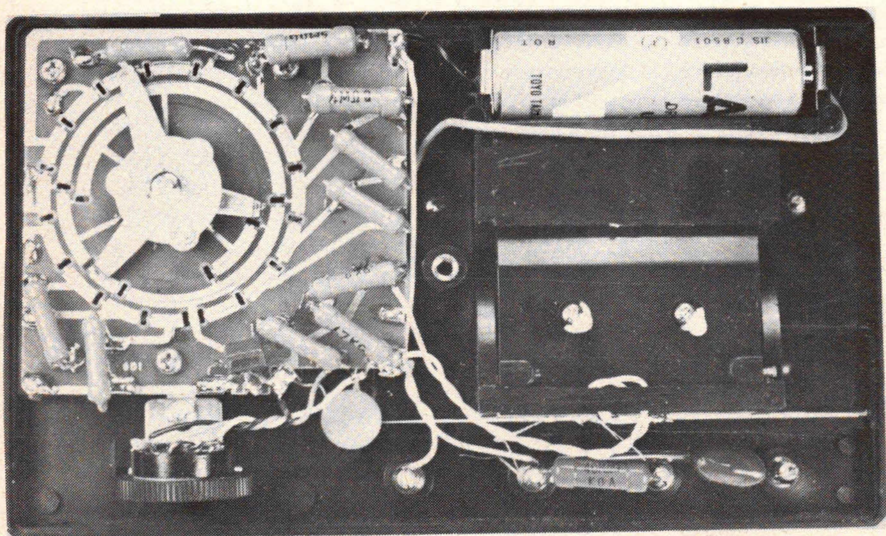
De gevoeligheid op het wisselspanningsbereik wordt opgegeven als 10 kilo-ohm per volt. Onze metingen beweerden:

10 volt bereik: 15,31 kilo-ohm per volt
50 volt bereik: 11,18 kilo-ohm per volt
100 volt bereik: 10,52 kilo-ohm per volt
500 volt bereik: 10,18 kilo-ohm per volt
1000 volt bereik: 10,06 kilo-ohm per volt

Het totaal, gedeeld door vijf, geeft een gemiddelde gevoeligheid van 11,45 kilo-ohm per volt. De procentuele fouten op de verschillende bereiken waren:

10 volt bereik: gemiddeld 4,56 %
50 volt bereik: gemiddeld 4,14 %
100 volt bereik: gemiddeld 3,76 %

Daar geen hoge regelbare wisselspanning ter beschikking was, konden de twee hoogste bereiken niet gemeten worden. De gemiddelde procentuele fout over de gemeten bereiken was: 4,15 %. Hieruit blijkt, dat de grootste onnauwkeurigheid wordt veroorzaakt door de gelijkrichtdiodes, die niet lineair werken, maar die op het wisselspanningsbereik nu eenmaal nodig zijn.



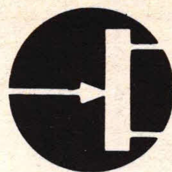
Instelling	Eerste meting	Tweede meting	Gemiddelde	Abs. fout	% - fout
5,0	5,17	5,18	5,175	+0,175	3,50
4,5	4,64	4,62	4,630	+0,130	2,89
4,0	4,09	4,11	4,100	+0,100	2,50
3,5	3,56	3,57	3,565	+0,065	1,86
3,0	3,05	3,03	3,040	+0,040	1,33
2,5	2,52	2,53	2,525	+0,025	1,00
2,0	1,99	2,02	2,015	+0,015	0,75
1,5	1,49	1,51	1,500	0	0
1,0	0,99	1,00	0,995	−0,005	0,50
0,5	0,49	0,49	0,490	−0,050	1,00

BESLUIT

Als van alle geteste bereiken een gemiddelde zou worden berekend, zou men de waarde 2,23 % uitkomen. Dit gemiddelde wordt ongunstig beïnvloed door de slechtere prestaties op het wisselspanningsbereik (overigens normaal bij dergelijke universeelmeters). Maar dan nog komt dit instrument er kwa nauwkeurigheid héél redelijk af.

In ieder geval is gebleken, dat deze meter een bruikbare universeelmeter voor hobby-gebruik is!

WAAROM WERKT HET ZO?



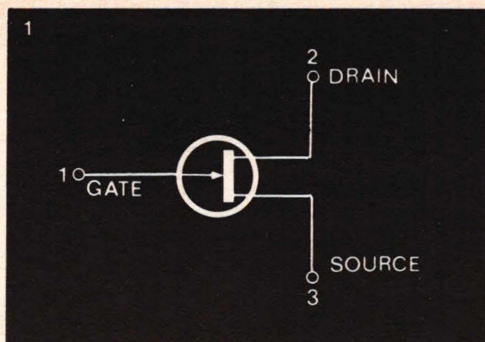


In onze serie van 'Verklarende' artikelen, waarvan in het tweede nummer van PE de transistor aan de beurt was, volgt nu een verklaring van enkele bizondere halfgeleiders, nl.: De FET en de UJT. Elk van deze halfgeleiders heeft een specifiek toepassingsgebied, dat aan de hand van een voorbeeld voor iedere halfgeleider apart zal worden besproken.
Ook in dit artikel zal weer worden geprobeerd, de werking zonder al te veel theoretische rompslomp zo goed mogelijk duidelijk te maken. De eerste bizondere halfgeleider, die hier besproken wordt, is de . . .

FET & UJT

FET

FET is een afkorting. De letters staan voor de engelse woorden Field Effect Transistor. In goed nederlands is dat: Veld Effekt Transistor. Zo'n jaar of 11 geleden werd de FET als bruikbaar versterkerelement ontwikkeld. Vooral het toen nog uitgebreide leger buisenthousiasten kon blij zijn met de komst van de FET, want dit versterkerelement heeft een karakteristiek, die een sterke overeenkomst vertoont met die van de aloude pentode. Het symbool van deze eigenaardige halfgeleider is in figuur 1 weergegeven. De FET bezit, evenals de gewone transistor, drie aansluitingen, die alle met een engelse benaming zijn uitgerust. Aansluiting 1 is de gate (ned. poort). Dit is de stuurelektrode. De twèede aansluiting heet drain (afvoer), de derde is de source (bron). Heel kort samengevat is de werking als volgt: Met behulp van een spanning op de gate kan de weerstand tussen de drain en de source willekeurig worden gevarieërd tussen enige honderden Ohm en enkele tientallen MegaOhm. De weerstand tussen drain en source noemt men de kanaalweerstand.

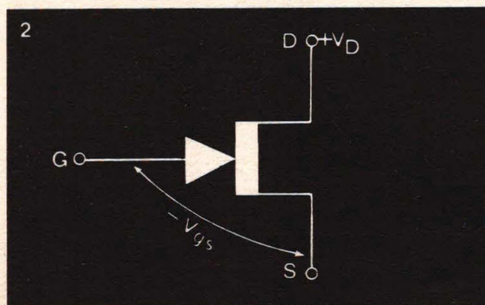


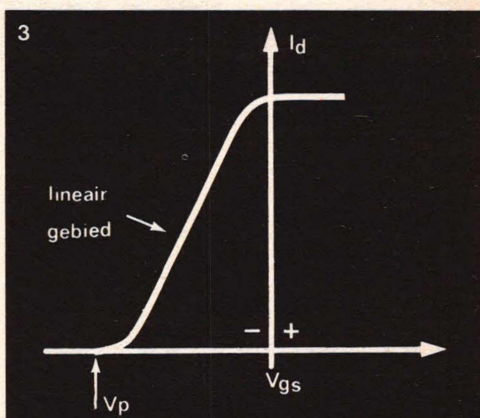
Figuur 1. Het symbool van de Field Effect Transistor.

DE OPBOUW

In figuur 2 is symbolisch weergegeven, hoe de FET in werkelijkheid is opgebouwd. Daaruit blijkt, dat de FET in feite slechts bestaat uit één enkele diode (zie PE2), waarbij de anode de gate is. Deze diode wordt bij een FET echter niet als een diode gebruikt; zij moet namelijk altijd in sperrichting worden aangesloten. Dat betekent, dat de gate ten opzichte van de source altijd negatief moet zijn, wil de FET in zijn lineaire versterkingsgebied werken. In figuur 2 is deze negatieve spanning aangeduid met Vgs.
Ondanks de belofte, dat er zo weinig mogelijk theorie zal worden gespuid, moet hier toch even worden teruggegrepen op de ID-VGS-karakteristiek van de FET, omdat deze het begrijpen van de FET snel duidelijk kan maken. Deze, moeilijk klinkende karakteristiek is in figuur 3 getekend. Horizontaal is de gatespanning uitgezet, vertikaal de drainstroom; dat is de stroom, die in de FET van de drain naar de source vloeit. Bekijkt men deze grafiek, dan valt op, dat er geen stroom loopt, wanneer de spanning tussen gate en source groter is dan Vp. Bij de spanning Vp gaat de FET net even open. Deze spanning noemt men dan ook de pinch-off (afknijp-) spanning van de FET. Normaal gesproken ligt deze spanning ergens tussen −0,2 en −0,8 Volt. Bij de fabrikage van de FET's heeft men deze variabele niet erg goed in de hand: het is dus mogelijk, dat men bij twee FET's van hetzelfde type een groot verschl in Vp krijgt. Laat men nu de gatespanning iets naderen tot de source-spanning, dan komt men in een krom stuk van de grafiek terecht. Dit niet-lineaire gebied gebruikt men bij voorkeur niet voor versterkingsdoeleinden. Door een verdere verkleining van het spanningsverschil tussen gate en source komt men in een gebied terecht, dat in de tekening is

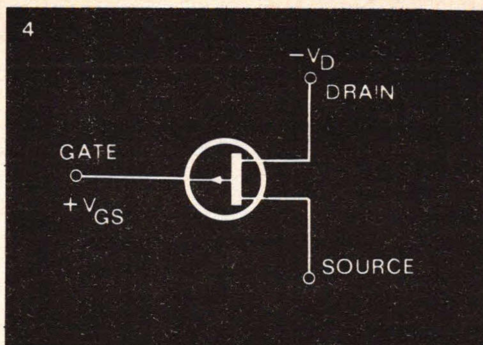
Figuur 2. Vereenvoudigd schema van de inwendige opbouw van een FET.



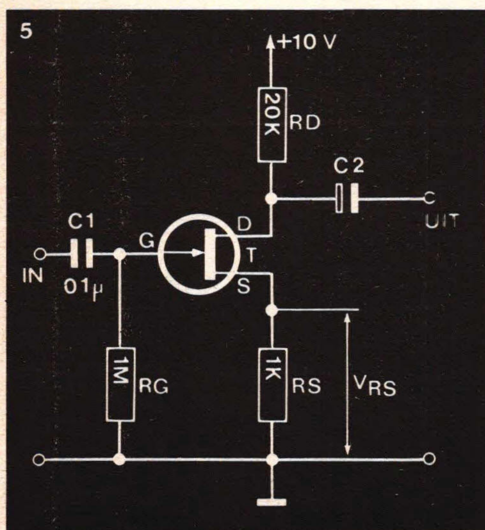


Figuur 3. De ID-Vgs-karakteristiek van een FET. Wel erg theoretisch, maar noodzakelijk voor het goede begrip. Zie tekst.

Figuur 4. Symbool van de komplementaire p-FET.



aangeduid met 'lineair gebied'. In dit gebied, en liefst midden op de helling, wordt de FET ingesteld voor versterkingsdoeleinden. Hoe geeft men nu de versterking van de FET aan? Als men aanneemt, dat de drainspanning gelijk blijft bij een wisselende stuurspanning op de gate, dan zal er door de FET een stroom lopen, die evenredig is met de spanning op de gate. Voor de FET heeft men daarom als maat voor de versterking, evenals bij de buis de 'steilheid' gekozen. Er is echter een klein verschil: bij de buis wordt de eenheid uitgedrukt in milli-Ampère per Volt (men wil hiermee dus zeggen, hoeveel milli-Ampère de stroom verandert, als de roosterspanning met 1 Volt verandert). Bij de FET spreekt men van mikro-mho. Mho is het omgekeerde van Ohm, en omdat Ohm gelijk is: spanning gedeeld door stroom (Wet van Ohm) is dus Mho gelijk aan stroom gedeeld door spanning. Dat dit overeenkomt met milli-Ampère per Volt zal wel geen nadere toelichting behoeven. De omrekenfaktor is als volgt: 1 mA/V =1000 uMho. Een gangbare waarde van de steilheid voor vrijwel alle populaire FET's is 2000 uMho, ofwel 2 mA/V.

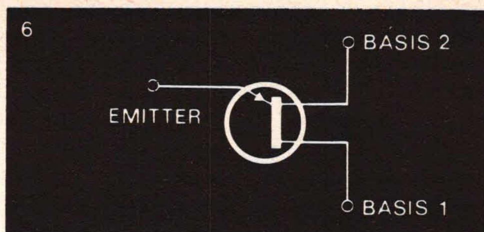


VOORDELEN

De FET heeft ten opzichte van de buis en van de transistor een aantal meer of minder grote voordelen. In vergelijking met de transistor springt als grootste voordeel de enorme hoge ingangsimpedantie in het oog, immers omdat de ingangsschakeling van de FET uit een gesperde diode bestaat, zal er, afgezien van een uiterst geringe lekstroom, geen stroom in de ingang van een FET vloeien. Bovendien gedraagt de FET zich als een zuivere Ohmsche weerstand in zijn lineaire gebied, hetgeen de eigenschappen op hoogfrekwent gebied zeer ten goed komt. FET's kunnen over het algemeen tot ruimschoots boven 1 GHz (=1000 MHz) worden toegepast. Ten opzichte van de buis onderscheidt de FET zich door de geringe afmetingen, het ontbreken van een gloeidraad, gering gewicht en laag stroomverbruik. Bovendien biedt de FET, door toepassing van de zogenaamde komplementaire FET (ook wel p-FET genoemd in tegenstelling tot de hier besproken n-FET. Het symbool van deze p-FET is in figuur 4 getekend) de mogelijkheid, zeer ingewikkelde schakeltechnische problemen op een elegante (=eenvoudige) manier op te lossen. De FET biedt zelfs zoveel voordelen, dat het moeilijk is, nog nadelen te vinden. Eén van die nadelen zou de relatief hoge aanschaffingsprijs kunnen zijn, want de

Figuur 5. Een praktisch voorbeeld van een schakeling met een FET.

allergoedkoopste FET kost altijd wel zo'n gulden of drie. Ook is het nog niet mogelijk gebleken om FET's te fabriceren, die voor een groter vermogen geschikt zijn, zodat men wat dat betreft nog is aangewezen op de transistor.



Figuur 6. Het meest gebruikte symbool van de Uni-Junction-Transistor.

TOEPASSING

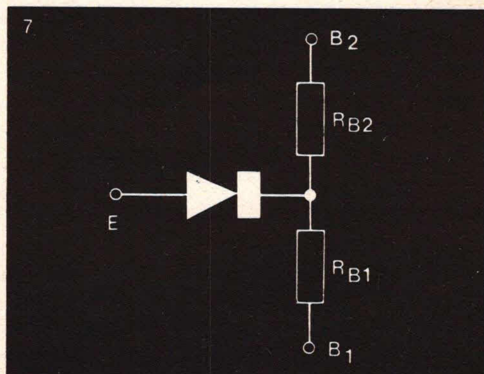
Na de uiteenzetting over de werking van de FET is het nu tijd geworden voor een praktijkschakeling. Uit deze schakeling kan meteen worden afgeleid, hoe men een FET in de schakeling een instelling geeft. Het principeschema van deze zeer eenvoudige versterkertrap is in figuur 5 getekend. In de schakeling wordt gebruik gemaakt van het principe van de automatisch negatieve voorspanning. Hierbij is natuurlijk wel een verklaring vereist: De gate van de FET T ligt via een 1 MOhm-weerstand aan aarde. Omdat er in het gate-circuit geen stroom vloeit, ligt de gate dus ook aan de aardspanning. Stel, dat de source ook aan de aardspanning zou liggen. In dat geval bestaat er geen spanningsverschil tussen gate en source, er is dus ook geen negatieve voorspanning. Als gevolg daarvan is de FET helemaal open gestuurd en heeft nog slechts een weerstand van een paar honderd Ohm. Er kan nu van de plus via RD, T en RS een stroom naar massa gaan vloeien. Deze stroom veroorzaakt echter een spanning over RS, waardoor de source niet meer aan de massa ligt, maar t.o.v. de massa een positief potentiaal heeft. Omdat de gate wel nog op massaspanning ligt, is deze dus negatief ten opzichte van de source. Er ontstaat nu een evenwicht tussen de drainstroom en de gate-source-spanning. Hoe groot de stroom precies is, die door de FET loopt, is afhankelijk van verschillende FET-parameters, onder andere van de steilheid. Praktisch gesproken loopt er ongeveer 200 uA door de FET, waardoor over RS ongeveer 0,2 Volt komt te staan. Omdat de stroom door RS ook door RD loopt, zal hierover een spanningsval van ca. 4 Volt over ontstaan (de weerstand is 20 maal zo groot, daarom is ook de spanningsval 20 maal zo groot). De spanningsversterking van de schakeling wordt ook bepaald door de verhouding van drain- en sourceweerstand en is dientengevolge dan ook 20 maal. De maksimaal mogelijke .ingangsspanning, die zonder vervorming kan worden verwerkt bedraagt ca. 100 mVolt.

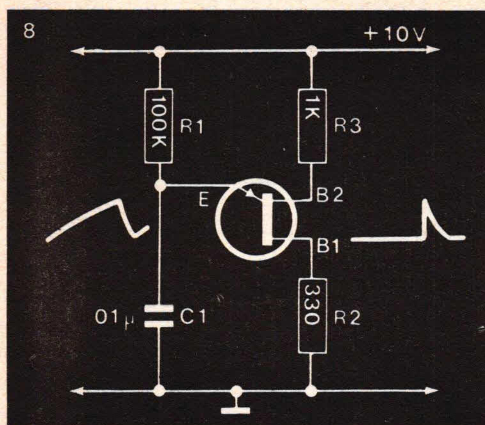
Tot zover deze verklaring van de FET. Een heel ander soort halfgeleider met een zeer specifiek toepassingsgebied is de

UJT

Evenals FET is UJT ook een afkorting, zij staat voor Uni-Juction-Transistor, hetgeen in het nederlands betekent: Transistor met slechts één sperlaag. Het symbool is in figuur 6 gegeven. Voor een beter begrip van de werking is figuur 7 belangrijker, want daarin is het vervangingsschema getekend. Dit bestaat uit één

Figuur 7. Inwendige opbouw van een UJT.



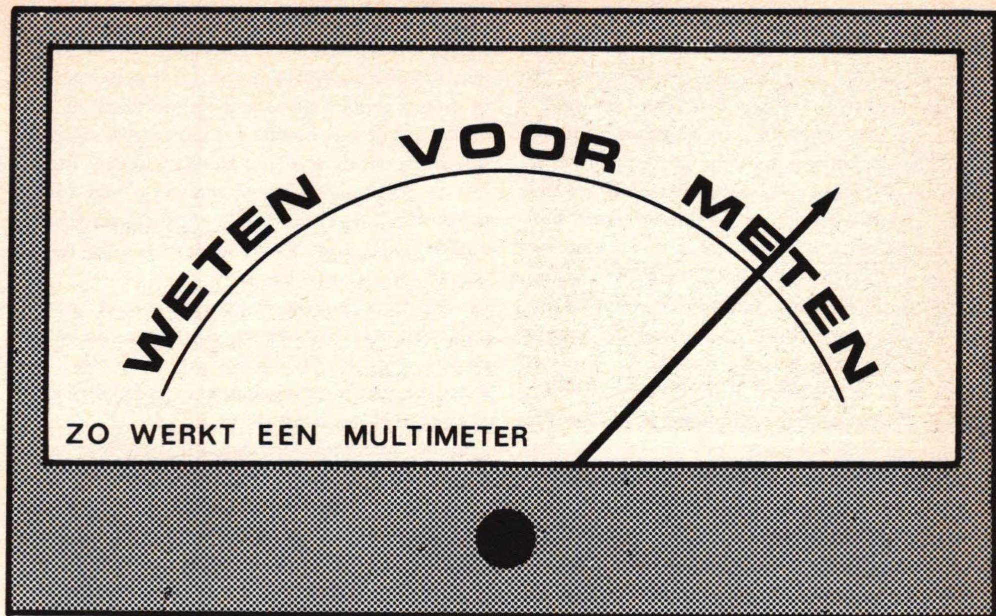


Figuur 8. Praktische toepassing van een UJT in de schakeltechniek.

diode (vandaar de naam UJT) en twee weerstanden. B1 wordt gewoonlijk aan de negatieve pool van een spanningsbron aangesloten, B2 aan de positieve. Als men nu de emitteraansluiting open laat, fungeren de beide weerstanden als een gewone spanningsdeler. De totale waarde van de beide weerstanden bedraagt ongeveer 5 tot 10 kOhm. Legt men nu op de emitter een spanning aan, die groter is, dan de spanning, op het knooppunt van de beide weerstanden en de diode, dan ontstaat het UJT-effekt: weerstand RB2 wordt dan tot nul gereduceerd en het knooppunt van de beide weerstanden komt aan het meest negatieve potentiaal te liggen. Wat men hier in de praktijk aan heeft, kan het best uit de doeken worden gedaan aan de hand van een praktische schakeling. Deze is in figuur 8 gegeven. Aan de emitter is een kondensator aangesloten, die via een weerstand van 100 kOhm wordt opgeladen. Bereikt de spanning op de kondensator de spanning op het knooppunt van de beide weerstanden (figuur 7), dan wordt de weerstand tussen E en B2 vrijwel gelijk aan nul. De kondensator zal zich nu ontladen via E, B2 en de weerstand van 330 Ohm. Als de kondensator ontladen is, kan er geen stroom meer door de emitter lopen, waardoor RB2 weer zijn gewone waarde herneemt. De kondensator kan zich weer opladen en hetzelfde spelletje herhaalt zich weer. De 330 Ohm weerstand dient alleen maar om de emitterstroom te begrenzen. Tijdens de ontlading van de kondensator ontstaat over de weerstand een naaldvormige impuls.

Op de kondensator zelf is een zaagtandvormige spanning beschikbaar als gevolg van de langzame op- en snelle ontlading van de kondensator. Het grote voordeel van de UJT is, dat men er op een eenvoudige manier een oscillator mee kan maken.

Overigens dient wel te worden opgemerkt, dat men de UJT vrijwel altijd in een schakeling aantreft, zoals die in figuur 8 is weergegeven. De triggerspanning van de UJT wordt bepaald door de verhouding van de beide weerstanden uit figuur 7. Deze zogenaamde èta-faktor geeft aan, bij welk deel van de voedingsspanning de UJT zal triggeren.



Het leek ons een goed idee om, als aanvulling op de test van de LIFE universeelmeter, even uit te weiden over hoe een universeelmeter werkt, wat erin zit en waarvoor dat allemaal nodig is. De meeste meetfouten en, erger, verkeerde manipulaties die vernieling van de meter tot gevolg kunnen hebben, gebeuren immers als gevolg van onkunde van wat men doet. Het verhaaltje is opgehangen aan het schema van de geteste meter. Daar alle universeelmeters volgens dezelfde principes werken, is dit geen bezwaar.

WAT ZIJN HET?

Universeelmeters zijn instrumenten, waarmee tenminste gelijkstroom, gelijkspanning, wisselspanning en weerstand kan worden gemeten.

Universeelmeters zijn te koop in alle kwaliteiten en prijzen. De prijs is voornamelijk afhankelijk van de nauwkeurigheid, de gevoeligheid en het aantal meetbereiken van het instrument. De gevoeligheid en nauwkeurigheid bepalen, samen met de afleesfout, de juistheid van de gemeten waarde. De nauwkeurigheid speelt voor de meeste vrije-tijds-elektronici een minder belangrijke rol, dan bij metingen in laboratoria en dergelijke. Daarom heeft het geen zin om in dit tijdschrift een duur professioneel instrument te testen en dus ook niet om de ingewikkelde schema's van dergelijke apparaten te ontleden.

HET DRAAISPOELINSTRUMENT

De universeelmeter heeft als belangrijktste onderdeel een draaispoelmeter met als voornaamste eigenschap de gevoeligheid. Deze gevoeligheid wordt uitgedrukt in een aantal ohm per volt. Is de gevoeligheid 20 kilo-ohm per volt (zoals bij de elders geteste meter), dan zal er volgens de wet van Ohm (stroom=spanning gedeeld door weerstand, dus 1 volt gedeeld door 20 kilo-ohm is gelijk aan 50 mikro-ampère), 50 mikro-ampère of vijftig miljoenste ampère door het draaispoeltje moeten vloeien, om de naald maksimaal te laten uitslaan.

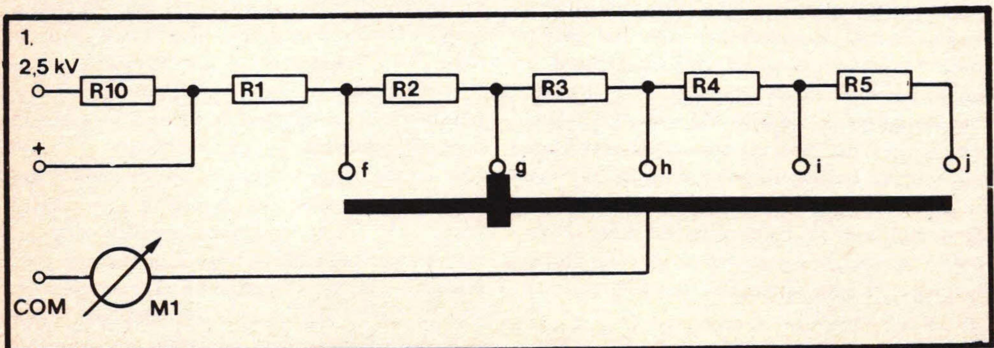
Hoe hoger de gevoeligheid van de meter, hoe minder kans er is, dat de meting wordt beïnvloed. De universeelmeter onttrekt immers stroom aan het cirkuit waarin gemeten wordt. Als er in een zeer hoogohmig sisteem gemeten wordt, kan de meting zelfs waardeloos worden, omdat de invloed van de meter dan te groot wordt.

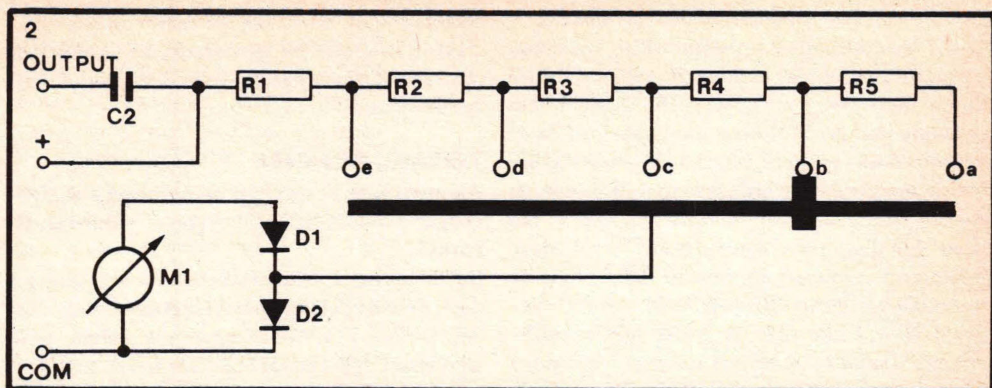
Een voorbeeldje: stel, dat twee weerstanden van 1 mega-ohm in serie zijn aangesloten op een spanning van 10 volt. Over iedere weerstand staat dus de halve voedingsspanning, of 5 volt. Nu willen we met de universeelmeter kijken of dit klopt. De meter wordt ingesteld op het 10 volt bereik. Als de gevoeligheid van de meter 20 kilo-ohm per volt is, dan zal de inwendige weerstand van de meter 200 kilo-ohm zijn. Dit betekent dat, wanneer je als het ware de meetklemmen 'inkijkt', de weerstand van de meter op dit bereik 200 kilo-ohm is.
Om nu te kunnen meten, moeten we de meter, mét zijn inwendige weerstand van 200 kilo-ohm, parallel over een van de weerstanden aansluiten. De vervangingsweerstand van deze 1 mega-ohm weerstand parallel aan de 200 kilo-ohm is 160 kilo-ohm.
Het is duidelijk, dat deze meting finaal de mist in gaat, immers de weerstandsverhouding 1 mega-ohm en 160 kilo-ohm over een spanning van 10 volt, geeft een spanningsverhouding van respektievelijk 8,64 volt en 1,46 volt, en niet 5 volt en 5 volt!
Deze foute waarde (1,46 volt) wordt dan ook door de universeelmeter aangegeven!
Hieruit blijkt, dat men zich bij iedere meting moet afvragen hoe groot de meetfout zal zijn.
Wil men de spanning meten over een weerstandsketen van enige kilo-ohm, dan zal het duidelijk zijn, dat belasting door een instrument met bijvoorbeeld 200 kilo-ohm inwendige weerstand een verwaarloosbare invloed heeft.

GEBRUIK VAN DE METER

Op de schaal van het instrument zijn verschillende schaalverdelingen aangebracht voor de te meten grootheden en meetgebieden. De bedoeling van een eventueel aanwezige spiegelschaal is, om de aflezing zo nauwkeurig mogelijk te maken. Wanneer men één oog dichtknijpt moet de gespiegelde wijzer precies wegvallen onder de wijzer, waarmee de gemeten waarde wordt afgelezen.
De universeelmeter is een kwetsbaar instrument en moet dan ook steeds met aandacht gebruikt worden. Overbelasting heeft snel een kromme wijzer, en verbogen of zelfs verbrande draaispoel tot gevolg.
Let voor een goede meting altijd op de volgende punten:
- Vóór de meting moet het nulpunt van de wijzer gekontroleerd worden en zo nodig bijgeregeld.
— Kies de juiste stroomsoort (AC of DC).
— Zet de bereikenschakelaar op het hoogste, of indien bekend, juiste meetbereik van het gekozen meetgebied.
— Sluit de pennen aan, let hierbij op de juiste polariteit. Als de naald te weinig uitslaat, schakel dan om naar een lager bereik, totdat de wijzer minstens over het midden van de schaal heen is.
— Bij weerstandsmetingen moet eerst gekontroleerd worden of, met kortgesloten pennen, de meter op nul ohm staat (wijzer geheel rechts). Hierna wordt de spanningsloos gemaakte weerstand gemeten, zo nodig eerst lossolderen uit de schakeling.

Figuur 1. Hier is de schakeling getekend, die wordt gebruikt om gelijkspanning te meten. De weerstanden R 1 tot en met R 5 en R 10 zijn zogenaamde voorschakelweerstanden.





Figuur 2. Hetzelfde principe als in figuur 1, nu voor het meten van wisselspanning. De diodes D 1 en D 2 zorgen voor gelijkrichting van de te meten wisselspanning. De kondensator C 2 is bedoeld voor 'output'-metingen.

GELIJKSPANNING METEN

In figuur 1 is getekend, hoe de meetschakeling voor gelijkspanning eruit ziet. De minpool van het draaispoelinstrument is rechtstreeks met de 'common', de gemeenschappelijke aansluiting, verbonden. De plus is via de bereikenschakelaar met de verschillende voorschakelweerstanden verbonden. Deze precisieweerstanden zijn zo berekend, dat ze in serie geschakeld, steeds de juiste waarde voor een bepaald spanningsbereik vormen. De weerstand R 10 van 40 mega-ohm is via een afzonderlijke kontaktbus voor het 2500 volt bereik verbonden met de weerstanden R 1 tot en met R 5.

De waarde van de voorschakelweerstand, die in serie staat met het meetspoeltje, is afhankelijk van het meetbereik. Mag er bijvoorbeeld maksimaal 0,1 volt over het meetspoeltje staan, dan zal de voorschakelweerstand zo berekend worden, dat er bijvoorbeeld op het 100 volt bereik 99,9 % van de spanning over komt te staan. Voor het meetspoeltje blijft dan 0,1 % over.

WISSELSPANNING METEN

In figuur 2 is het wisselspanningscirkuit getekend. Het verschil met de tekening van figuur 1 is, dat de meter M 1 nu niet rechtstreeks met de voorschakelweerstanden is verbonden, maar via twee diodes die voor de gelijkrichting van de wisselstroom zorgen. De wijzer kan alleen uitslaan, als er een gelijkstroom door het spoeltje gestuurd wordt.

Zou er een wisselstroom van 50 hertz doorgestuurd worden, dan zou de wijzer 50 maal per sekonde van richting veranderen. Dit kan deze nooit volgen, zodat de naald gewoon op nul blijft staan. Gebeurt dit ooit, alleen op het wisselspanningsbereik, dan is het zeker dat de diodes gesneuveld zijn.

De serieschakeling van de diodes met het meetspoeltje gaat meestal wel ten koste van de gevoeligheid, vandaar dat bij de goedkope universeelmeters, de wisselspanningsgevoeligheid meestal de helft is van de gelijkspanninswaarde.

De kondensator C 2 is bedoeld voor 'outputmetingen'. Signaalspanningen, zoals bijvoorbeeld op een kollektor of basis, zijn nog voorzien van een gelijkspanningskomponent. Om nu toch de signaal-(wissel)-spanning te kunnen meten, blokkeert kondensator C 2 deze gelijkspanning.

GELIJKSTROOM METEN

De stroom door de meetspoel mag bij de tot voorbeeld gestelde meter maksimaal 50 mikroampère bedragen. Om nu toch hogere stromen te kunnen meten, wordt er parallel over de meterspoel een zogenaamde shunt weerstand gezet (R 6 en R 9 in figuur 3). Hoe kleiner deze weerstand is ten opzichte van de meterweerstand, hoe meer stroom hierdoor zal afvloeien

en hoe hoger het meetbereik van de meter is.
Zoals bekend, moet stroom altijd gemeten worden in serie met een weerstand, waardoor de te meten stroom vloeit. Het nadeel van stroommeten is, dat het te meten cirkuit moet worden onderbroken, waarna de stroomkring via de meter weer wordt gesloten. Wil men de stroom door een weerstand meten, dan is het vaak handiger om de spanning over deze weerstand te meten en deze te delen door de weerstandswaarde. Bijvoorbeeld: 10 volt gedeeld door 1 kilo-ohm is gelijk aan 10 milliampère. Zonder dat er iets losgesoldeerd moet worden, weet men dan toch de stroom door de weerstand.

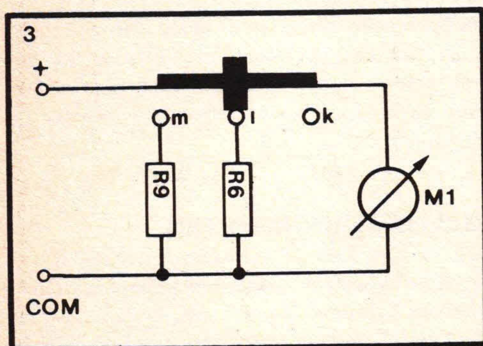
WEERSTAND METEN

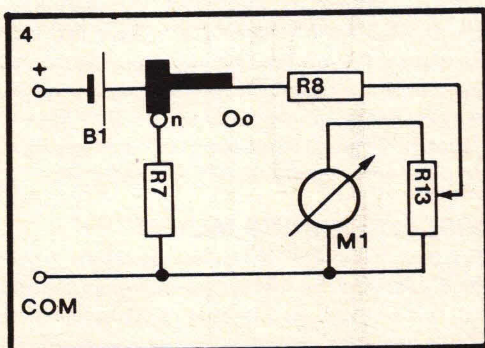
In figuur 4 is het schema weergegeven voor weerstandsmeten. Bij dit soort metingen is een hulpspanning nodig. Hiervoor is een 1,5 volt penlight batterij gebruikt die via R 8 en een deel van R 13 in serie staat met de meter. Als de meetpennen worden kortgesloten is de stroomkring rond, en kan met R 13 de meter op nul ohm (maksimale uitslag) worden afgeregeld.
Wordt nadien een weerstand gemeten, dan zal door de ekstra weerstand in het cirkuit de stroom dalen, waardoor de meter minder uitslaat. Hoe groter de weerstand, hoe kleiner de stroom door het spoeltje en hoe minder de wijzer uitslaat.

TOTAAL SCHEMA

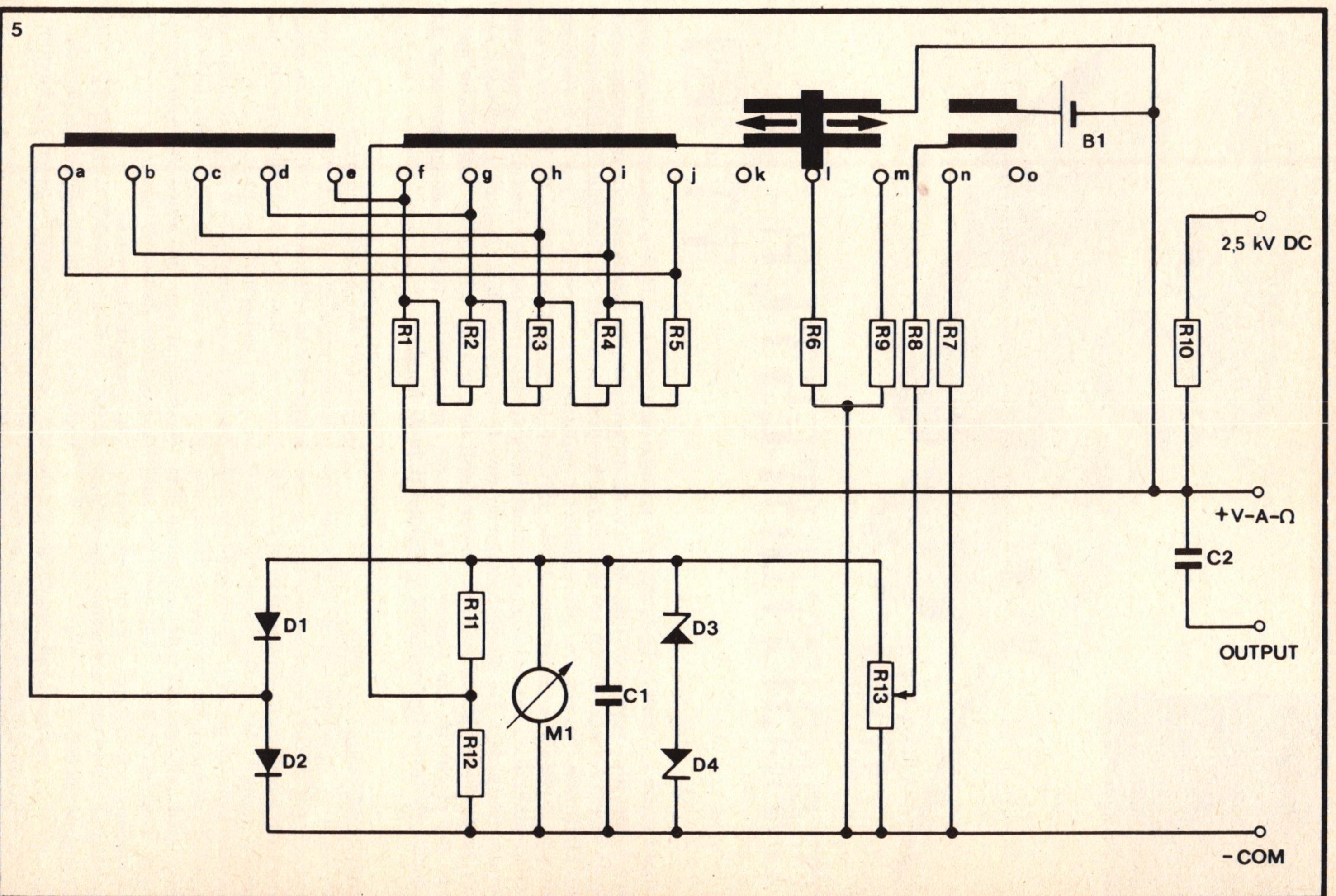
Als men alle besproken deelschema's samenvoegd, ontstaat het praktische schema van figuur 5.
De elektrische betrouwbaarheid is verhoogd, door de overbelastingsbeveiliging met de diodes D 3 en D 4. We mogen hier echter geen wonderen van verwachten! De truuk met deze zenerdiodes is, dat zij pas in geleiding komen, als de maksimale spanning over de meetspoel een voor deze laatste gevaarlijke waarde bereikt. Is nu de overbelasting zeer groot (bijvoorbeeld meten van de netspanning op het laagste stroombereik), dan zijn ook deze diodes daartegen niet bestand, waardoor ze doorslaan en dus isoleren. Nu kan toch een veel te grote stroom door het spoeltje lopen en zal de wijzer alsnog zes maal omkrullen, waarna de spoel in rook opgaat. Voorzichtigheid blijft dus geboden!
De kondensator C 1 zorgt voor de meterdemping en afvlakking, terwijl de weerstanden R 11 en R 12 als spanningsdeler over het spoeltje staan.

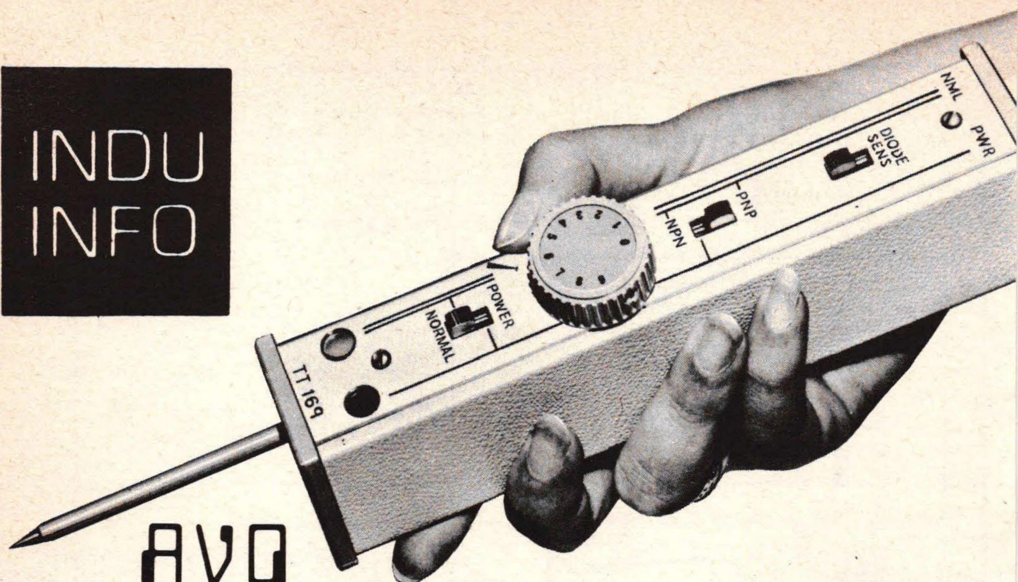
Figuur 3. Gelijkstromen tot de maksimale meterstroom vloeien rechtstreeks door de meterspoel in de stand k. In de standen l en m zorgen parallel geschakelde shunt-weerstanden voor het vergroten van het meetbereik.





Figuur 4. Bij weerstandsmetingen is een hulpspanning nodig, waarmee eerst bij nul ohm de meter op maksimale uitslag wordt afgeregeld.


5
B1
a
b
c
d
e
f
g
h
i
j
k
l
m
n
o
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R9
R8
R7
R10
2,5 kV DC
+V-A-Ω
C2
OUTPUT
D1
R11
D3
C1
M1
R13
D2
R12
D4
-COM



AVO TRANSISTORTESTER TT-169

Transistoren en andere halfgeleiders vormen het hart van iedere moderne schakeling. Het is dus niet verwonderlijk, dat iedere meetapparaten fabrikant een transistortester op de markt brengt. In een vorig nummer bespraken we een eenvoudige transistortester van Haltronik. Nu een wat professioneler apparaat van de engelse firma AVO (bekend van zijn aartslelijke, maar zeer goede universeelmeters). Deze tester, de TT-169 is een 'in-circuit-tester'. Dit wil zeggen, dat de halfgeleiders niet uit de schakeling gesoldeerd hoeven te worden. De aansluitklemmen van de meter worden tegen de printkontakten van de transistor gedrukt, en de meter duidt automatisch aan, of de halfgeleider goed dan wel slecht is. De vormgeving van het apparaat is volledig aangepast aan dit gebruik, de tester ligt namelijk gemakkelijk in de hand.

VORMGEVING

De tester wordt geleverd in een etui, waar, behalve het instrument eveneens een meetpen en twee sets meetsnoeren een plaats in vinden. De groene testpen past in de groene aansluitbus aan één kant van de tester. De snoeren zijn aan één kant voorzien van een plug en aan de andere kant van twee verende testpennen. Eén snoer wordt gebruikt voor het testen van laagvermogens transistoren, terwijl het tweede meetsnoer dient voor het testen van vermogenshalfgeleiders.

De tester is voorzien van een terugverende schakelaar, te gebruiken bij het testen van diodes. Met een tweestanden schakelaar wordt gekozen tussen PNP en NPN. Een tweede omschakelaar laat de keuze tussen klein en groot vermogen. Een grote draaischakelaar besluit de rij van bedieningselementen.

Aan de onderzijde van de frontplaat zitten een gloeilampje en een licht-emitterende diode. De eerste dient voor het testen van vermogenshalfgeleiders, de tweede voor het kontroleren van de zwakke broertjes.

De 4,5 volt voeding wordt verzorgd door drie ingebouwde penlight batterijen. Als deze laatsten leeg raken, geeft de tester een kontinue fout-indikatie.

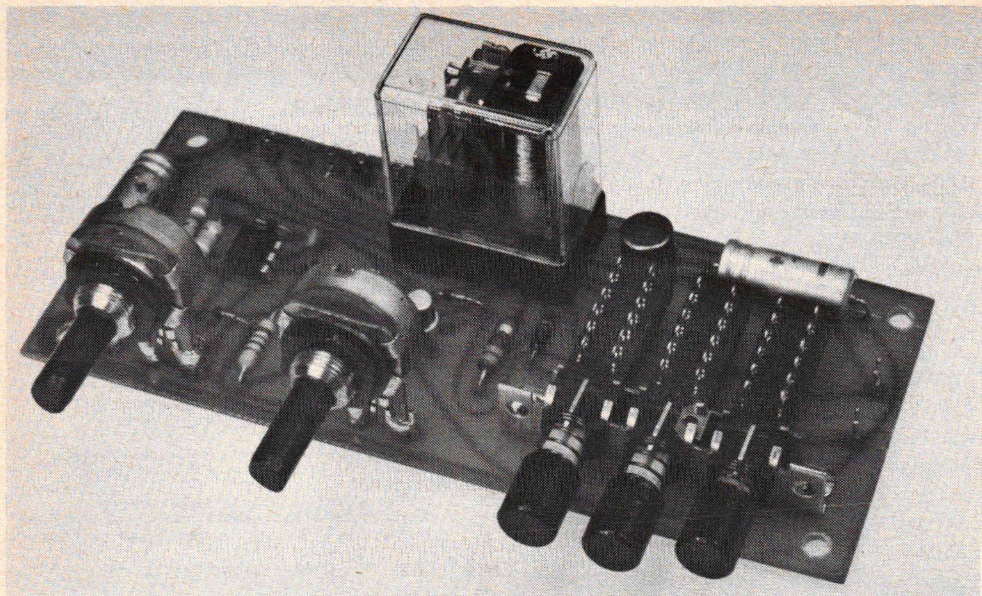
TESTEN VAN TRANSISTOREN

Vóór gebruik worden eerst de schakelaars op het te testen transistor-type gezet. De groene meetpen wordt tegen de basis gedrukt en de rode en witte pennen worden verbonden met respektievelijk de kollektor en de emitter. De draaischakelaar wordt op maksimum gezet, waardoor de indikatie gaat branden. De regelknop wordt nu langzaam teruggedraaid, tot een stand wordt bereikt, waarop het lampje aan en uit gaat. Dit geeft aan, dat de transistor goed is. Als het lampje kontinu aan of uit blijft op alle standen van de schakelaar, dan is de halfgeleider defekt. De stand van de regelknop is afhankelijk van de aard van de geteste transistor en van de schakeling.
Vermogenstransistoren worden op dezelfde manier getest, echter met gebruik van het snoer met de zwarte plug en de krokodillenklemmen.
Enigszins verwarrend is naar onze mening, dat de PNP-NPN knop voor zowel PNP- als NPN-transistoren op de stand NPN gezet moet worden, maar dat de emitter en kollektor aansluitingen verwisseld moeten worden!

HET TESTEN VAN DIODES

De twee fleksibele meetklemmen worden over de diode gezet. De LED licht op in de ene stand van de PNP-NPN schakelaar en dooft in de andere stand. Iedere afwijkende indikatie duidt op een defekte diode.
Ook tyristoren kunnen met de TT-169 onderzocht worden. Het instrument wordt eerst op 'POWER' en 'NPN' geschakeld, dan wordt het meetsnoer met de zwarte plug aangesloten. De regelaar wordt zó ingesteld, dat de LED oplicht. Het zwarte snoer wordt met de katode en het rode met de anode van de tyristor verbonden. De lamp mag niet branden. Raakt men de gate aan met de groene meetstift, dan moet de lamp gaan branden. De lamp blijft branden, als men de groene meetpen wegneemt. Dit geeft aan, dat de tyristor goed is.

Nadere inlichtingen: AMROH B.V., Muiden.
Telefoon: 02942-1951



WIS-AUTO-MAAT

Een bekende situatie: U rijdt met aangepaste snelheid op een mistige weg, en tenzij U voortdurend de ruitenwissers in- en uitschakelt of kontinu water sproeit, slijpen de drooglopende wissers mooie krassen in de voorruit. Of: U spoedt zich gezapig naar Uw bestemming over een natgeregende weg, en voorbijschichtende maniakken bespuiten om de haverklap uw transportmiddel met een flinke lading vocht. Er zijn dus overbodiger aksessoires denkbaar dan een elektronische ruitenwisser intervalschakelaar.

Een bruikbare schakeling moet aan verschillende eisen voldoen:

- De wissers moeten dadelijk bij het aanschakelen van het apparaat met een wisslag beginnen. Dit lijkt logisch, maar van de zes zich in ons schakelingenarchief bevindende bouwbeschrijvingen voldoen er slechts twee aan die eis!
- Behalve het interval, moet eveneens het aantal slagen per cyklus instelbaar zijn.
- Het apparaat moet eenvoudig te verbinden zijn met alle voorkomende wissistemen.
- In verband met de veiligheid is het noodzakelijk dat, moest de schakeling het onverhoopt begeven, men dadelijk met een druk op de knop kan omschakelen naar kontinu wissen.

De 'Populaire Elektronika' schakeling voldoet aan die eisen, en is door gebruik te maken van een geïntegreerde schakeling toch zeer eenvoudig te bouwen.

TOTALE BOUWPRIJS: FL 46

HET PRINCIPE

Iedere ruitenwisser interval schakelaar bestaat principiëel uit een impulsgenerator en een stuurtrap, zoals in figuur 1 is voorgesteld. Als men de spanning op de uitgang van de impulsgenerator in een grafiek tekent in funktie van de tijd, ziet die eruit zoals voorgesteld in dezelfde figuur.

Bij het aanschakelen van het apparaat verschijnt er op de uitgang van de generator een spanning, die via de stuurtrap de wissermotor stuurt. Deze spanning (men spreekt van een puls) blijft gedurende een bepaalde tijd t1 op de uitgang. Dit is de slagtijd, en de ruitenwissers verrichten hun nuttige arbeid. Bij de 'Wisautomaat' is deze instelbaar tussen 1 en 5 sekonde.

Nadien valt de uitgangsspanning van de impulsgenerator op nul en de wissers worden niet meer gestuurd. Door de in iedere wisser ingebouwde schakeling keren de wissers automatisch terug in hun ruststand. De intervaltijd is instelbaar tussen 1 en 25 sekonde.

OVER KOMPARATORS

De impulsgenerator is duidelijk het hart van de schakeling. Zo'n pulsenopwekker kan op verschillende manieren opgebouwd worden: met transistoren, met een uni-junktion halfgeleider of met een geïntegreerde schakeling. In de 'Wisautomaat' wordt van deze laatste methode gebruik gemaakt.

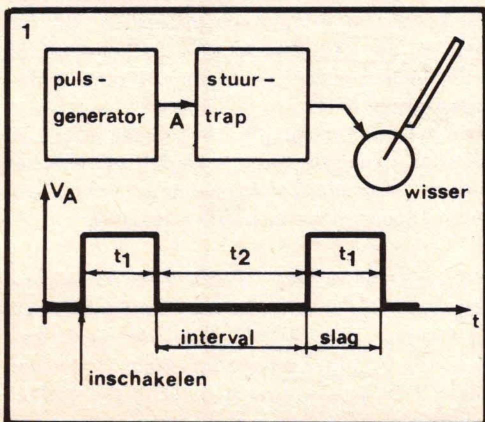
Het aktieve element van de generator is een operationele versterker, die als komparator geschakeld is.

Wat dat voor dingen zijn, en hoe ze werken, wordt verklaard aan de hand van figuur 2.

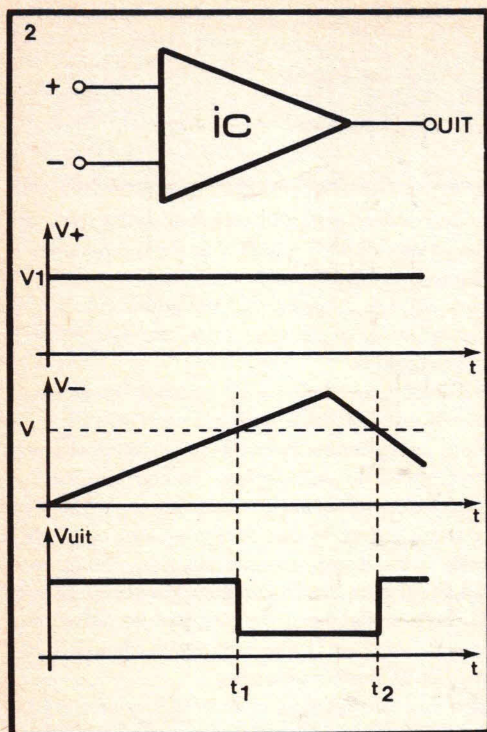
Een operationele versterker, uitgevoerd als geïntegreerde schakeling, is een minuskuul zwart doosje, waaraan twee ingangen en een uitgang zitten. In dat doosje wonen een heleboel transistoren en weerstanden, die zo geschakeld zijn, dat ze een zeer goede versterker vormen, maar dat is de zorg van de ontwerper van het ding en is niet belangrijk voor de man, die het onderdeel gebruikt.

Eén van de ingangen is de positieve of niet-inverterende, de andere is de negatieve of inverterende. De fundamentele werking van de op-amp is nu, dat de uitgangsspanning positief is, zolang de spanning op de positieve ingang groter is dan de spanning op de negatieve ingang.

In de grafieken van figuur 2 is dit door middel van een voorbeeld toegelicht. De positieve ingang van de op-amp is ingesteld op een vaste spanning V1. Aan de negatieve ingang wordt, bijvoorbeeld door middel van een potentiometer die men verdraait, een langzaam stijgende spanning toegevoerd. Zolang deze spanning kleiner is dan de vaste spanning V1, is de uitgangsspanning van de operationele versterker positief. Op het moment, dat beide ingangsspanningen aan elkaar gelijk worden (tijdstip t1), klapt de schakeling om en wordt de uitgang nul. Deze toestand blijft bestaan, tot de



Figuur 1. Het universele blokschema van iedere elektronische ruitenwis-automaat. Een pulsgenerator wekt een uitgangssignaal op, dat ofwel positief is ofwel gelijk is aan massa en via een stuurtrap, meestal een relais, worden de wissermotoren gestuurd.



Figuur 2. Het hart van de schakeling: een als komparator geschakelde operationele versterker, die een uitgangspuls levert als de spanningen op zijn ingangen aan elkaar gelijk worden

spanning op de inverterende ingang weer kleiner wordt dan V1 ((tijdstip t2). De uitgang van de geïntegreerde schakeling wordt dan weer positief.

Het zal nu duidelijk zijn, waarom men deze schakeling een komparator noemt. De opstelling vergelijkt, of kompareert een onbekende spanning (die op de negatieve ingang) met een bekend nivo (bijvoorbeeld V1), en treedt in aktie, als beide spanningen aan elkaar gelijk worden.

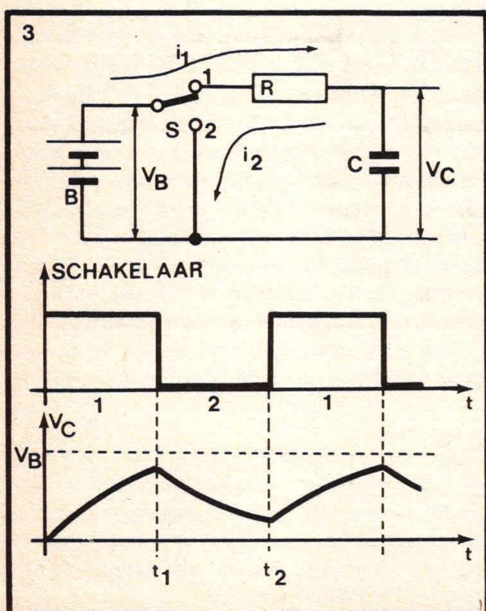
De pulsgenerator in de 'Wisautomaat' werkt dank zij deze eigenschap van de komparator.

OVER EEN KONDENSATOR

Alvorens de werking van deze pulsgenerator te verklaren, moet er eerst wat verteld worden over een van de fundamentele eigenschappen van kondensatoren, namelijk het gegeven, dat een kondensator kan opgevat worden als een reservoir, waarin spanning kan verzameld worden.

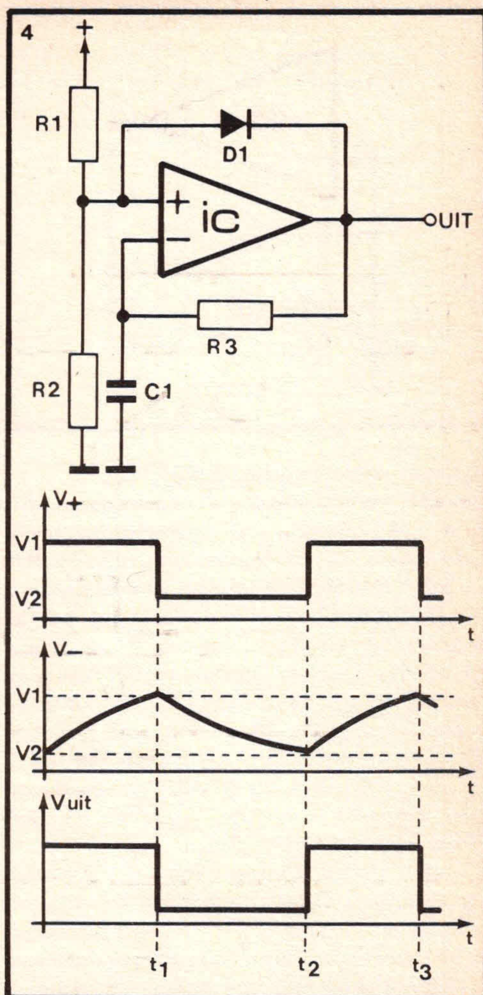
In figuur 3 is dit voorgesteld. Deserieschakeling van een kondensator C en een weerstand R kan door middel van een omschakelaar S respektievelijk verbonden worden met een batterij B of de massa. Stel dat de schakelaar S in stand 1 staat. De batterij wordt verbonden met R en C, en als gevolg gaat er een stroom i1 vloeien door de keten. Door deze stroom wordt de kondensator langzaam opgeladen. Dit wil zeggen, dat de spanning over de kondensator (Vc) langzaam zal stijgen van nul tot de batterijspanning (VB).

Een zeer oud, maar goed bruikbaar grapje is, deze elektronische aktie te vergelijken met het vullen (=opladen) van een emmer (=kondensator) door een waterstraal (=stroom).



Figuur 3. De parabel van de emmer en de kondensator. Het opladen van een kondensator uit een spanningsbron, niet alleen het werkingsprincipe van deze schakeling, maar van zowat ieder elektronisch cirkuit, waarbij tijd een rol speelt.

Figuur 4. De pulsgenerator in zijn meest eenvoudige vorm. Door middel van de diode D 1 wordt de referentiespanning op de niet-inverterende ingang van de op-amp aangepast aan de omstandigheden.



De snelheid, waarmee de spanning over de kondensator toeneemt, is afhankelijk van de waarde van de kondensator, maar eveneens van de grootte van de weerstand.

Als men op een bepaald ogenblik (bijvoorbeeld t1) de schakelaar S omschakeld, zal de serieschakeling van weerstand en kondensator met massa verbonden worden, en vloeit de in de kondensator verzamelde elektrische lading af naar massa. Het gevolg is, dat de kondensatorspanning Vc langzaam daalt, door het optreden van de stroom i2, die, zoals men in de figuur ziet, tegengesteld loopt aan de stroom i1.

Als men de tekeningen 2 en 3 vergelijkt, valt dadelijk de gelijkenis op tussen het verloop van de kondensatorspanning Vc in figuur 3 en de spanning die we op de negatieve ingang van de op-amp hadden aangelegd, om de werking van de komparator te verklaren. Uiteraard is deze gelijkenis niet toevallig!

DE PULSGENERATOR

Met de wetenschap, verzameld bij het bespreken van de figuren 2 en 3, kan men de werking van de gebruikte pulsgenerator gemakkelijk doorgronden.

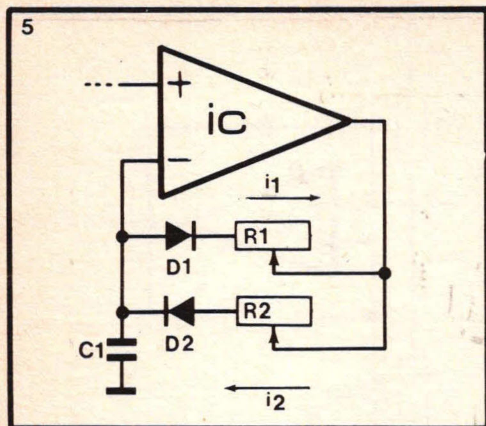
Het fundamentele schema is getekend in figuur 4.

De positieve ingang van de op-amp wordt door middel van de weerstandsdeler R 1 - R 2 ingesteld op een konstante spanning V1. De negatieve ingang is verbonden met een kondensator C 1, die door weerstand R 3 voeling onderhoudt met de uitgang van het IC.

Stel, dat de schakeling met de voedingsspanning verbonden wordt. De kondensator C 1 is uiteraard volledig ontladen. De spanning over dit onderdeel is dus nul, wat tevens het potentiaal is op de negatieve ingang van de op-amp. De positieve ingang van het IC is positiever dan de negatieve, en de uitgangsspanning van de komparator is dus hoog (vergelijk met figuur 2). Net zoals in figuur 3, gaat de kondensator C 1 zich nu via de weerstand R 3 opladen uit de 'batterij', die gevormd wordt door de hoge uitgangsspanning van de op-amp.

Op tijdstip t1 is de kondensatorspanning gelijk aan de referentiespanning V1. De komparator schakelt om, en zijn uitgang wordt nul. Op dit ogenblik gaat de diode D 1, die tot nu toe alleen maar aanwezig was, in aktie treden. De katode wordt negatiever dan de anode, de diode geleidt dus, en de spanning op de positieve ingang van de op-amp wordt zeer laag (de som van de O,7 volt over de geleidende diode en ongeveer 0,5 volt restspanning aan de uitgang van de op-amp). Gevolg is, dat de positieve ingang wordt ingesteld op een nieuwe referentiespanning V2.

De negatieve ingang is nog steeds gelijk aan de kondensatorspanning (dus gelijk aan V1), en de komparator blijft in zijn omgeklapte toe-



Figuur 5. Doordat diodes de stroom slechts in een richting geleiden, is het zeer eenvoudig mogelijk de twee in te stellen tijden afzonderlijk en wederzijds onbeïnvloedbaar regelbaar te maken.

stand: de uitgangsspanning blijft laag.
Het lijkt nu net, of men in het schema van figuur 3 de schakelaar S omgeschakeld heeft naar massa. De kondensator zal zich via R 3 ontladen naar de lage uitgang van de op-amp. Op tijdstip t2 is het zover: de spanning over de kondensator en dus eveneens de spanning op de inverterende ingang van de op-amp wordt gelijk aan de referentie V2. De positieve ingang wordt groter dan de negatieve, de komparator klapt om en de uitgang wordt positief. De diode D 1 spert, en de positieve ingang is weer ingesteld op de hoge referentie V1. Het proces gaat opnieuw beginnen.

Besluit is, dat op de uitgang van de komparator een spanning ontstaat, die kontinu wisselt tussen positief en bijna nul. Met andere woorden, op de uitgang verschijnt hetzelfde resultaat dat in figuur 1 getekend is, en waarmee de ruitenwissers gestuurd kunnen worden. Zolang de uitgang van de op-amp hoog is, worden de wissermotoren gestuurd. Als de uitgang van het IC laag is, valt de sturing weg en de wissers zoeken hun rustpositie op.

TIJDINSTELLING

Bij de inleiding werd als eis gesteld, dat zowel de wistijd (tijd dat de uitgang van de op-amp hoog is) als de intervaltijd (tijd dat de uitgang van de schakeling laag is), instelbaar moeten zijn.

In figuur 5 is getekend, hoe deze tijden zeer eenvoudig en onafhankelijk van elkaar regelbaar zijn. De weerstand R 3 uit het schema van figuur 4 wordt vervangen door de kombinatie D 1 - R 1 - D 2 - R 2.

Als de komparatoruitgang hoog is, zal er een stroom i2 vloeien door D 2 en R 2 en de kondensator opladen. De diode D 1 spert en bijgevolg heeft de weerstand R 1 niets in de pap te brokkelen. De laadtijd van C 1 wordt alleen bepaald door de waarde van de weerstand R 2 en hoe kleiner deze weerstand, hoe sneller de spanning over de kondensator gestegen zal zijn tot de kritieke waarde V1.

Anderzijds, als de komparatoruitgang laag is, zal D 2 sperren (katode positiever dan anode) en via D 1 kan de kondensator ontladen over de weerstand R 1.

HET VOLLEDIGE SCHEMA

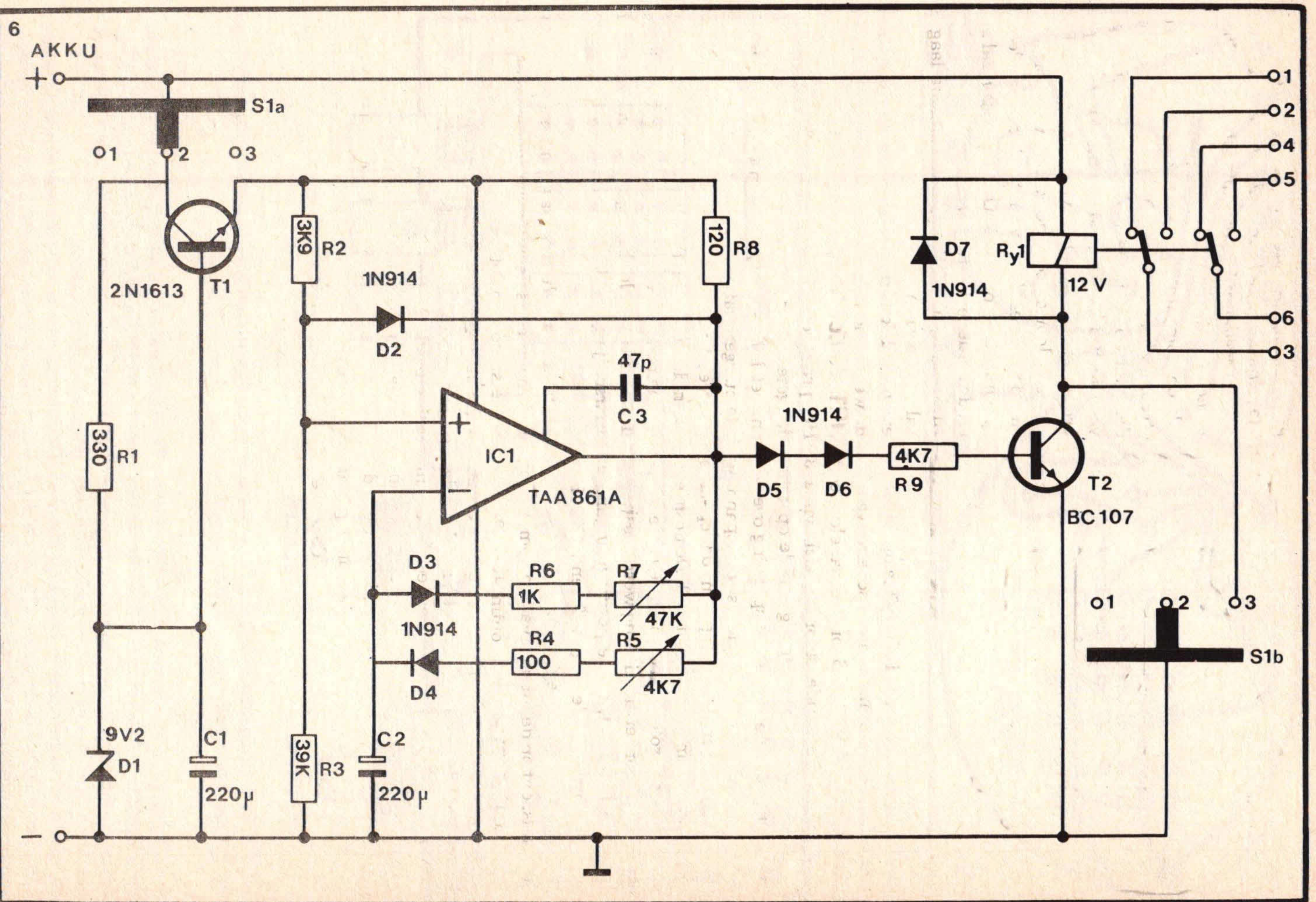
Het praktische schema van de 'Wisautomaat', dat getekend is in figuur 6, heeft niet veel meer om het lijf dan de juist besproken fundamentele pulsgeneratorschakeling.

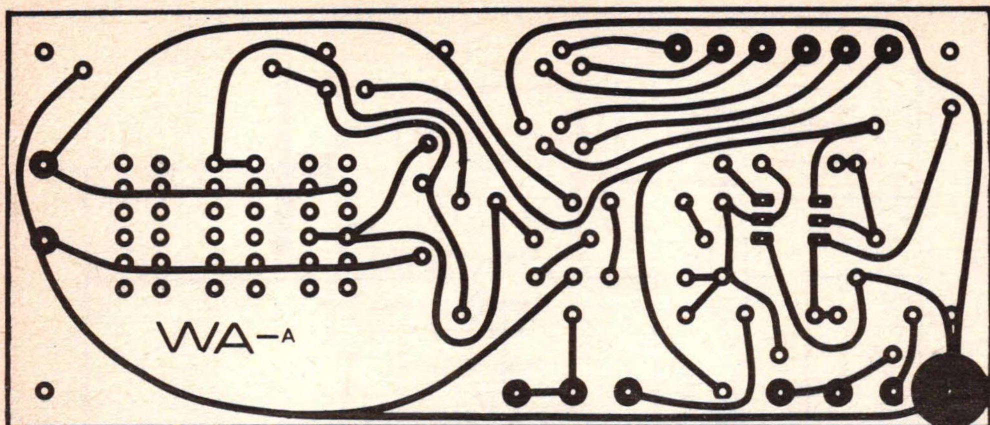
Allereerst valt een driestandenschakelaar S 1 op. In de eerste stand is de volledige schakeling gescheiden van de akku-spanning. De wissers zijn uitgeschakeld: het regent toevallig niet of, waarschijnlijker, U rijdt door een lange tunnel.

In stand 2 wordt de schakeling met de akku verbonden en is de automaat ingeschakeld. De derde stand, tenslotte, schakelt de elektronika uit, maar het relais dat de wissermotoren stuurt, is via het derde kontakt van S 1b rechtsstreeks met de akku verbonden. De wissers werken kontinu.

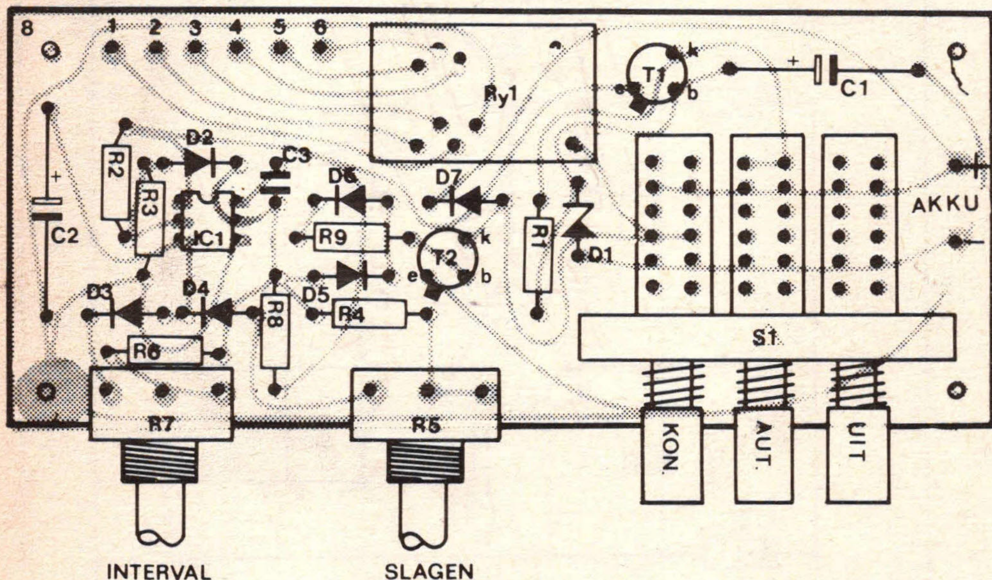
Rond transistor T 1 is een eenvoudige spanningsstabilisatieschakeling opgebouwd, die de grote schommelingen van de akku-spanning niet tot de elektronika laat doordringen. De basis van deze transistor wordt door de kring R 1 - D 1 ingesteld op een konstante spanning van 9,2 volt. De emitter aapt de basis na en stuurt de elektronische schakeling met een konstante voedingsspanning. De grote elko C 1 verwijdert storingen van bijvoorbeeld de ontsteking uit de voeding.

Figuur 6. Het volledige schema van de 'Wisautomaat'. Het principiële schema van figuur 4 wordt vergezeld door een spanningsstabilisator, een relaisstuurtrap en wat schakeltoestanden.


6
AKKU
+
−
S1a
1
2
3
T1
2N1613
R1
330
D1
9V2
C1
220µ
R2
3K9
R3
39K
D2
1N914
IC1
TAA 861A
C3
47p
R8
120
R6
1K
R4
100
R7
47K
R5
4K7
D3
1N914
D4
C2
220µ
D5
1N914
D6
R9
4K7
T2
BC 107
Ry1
12 V
D7
1N914
1
2
4
5
6
3
S1b
1
2
3



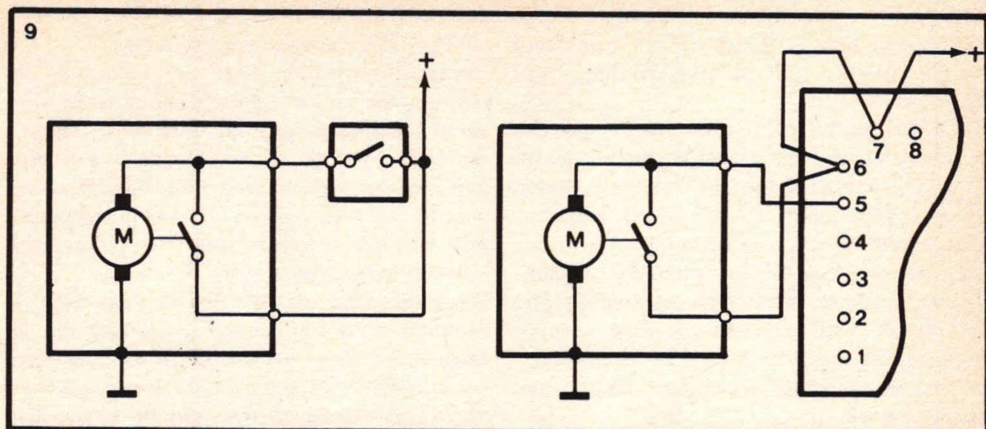
Figuur 7. Het printje van de schakeling. Door plaatsgebrek was het onmogelijk de sporen tussen relais en aansluitpunten breder te maken. Dit wordt gekompenseerd door ze te voorzien van een dikke laag tin.



Figuur 8. Bedradingsplan van het printje. Zorg er bij het vertinnen van de zes koperbaantjes wel voor, dat geen soldeerbruggen worden gelegd!

De pulsgenerator is identiek aan de beschreven schakeling. Weerstand R 8 is de belastingsweerstand van de geïntegreerde operationele versterker, die mén om een of andere reden niet mee in het zwarte blokje gehuisvest heeft. De kleine kondensator C 3 is de frekwentie-kompensatie van de op-amp en kalmeert deze laatste, als hij zou willen oscilleren.

De weerstanden R 6 en R 4, in serie geschakeld met de potentiometers, die de tijden instellen, begrenzen deze tijden aan de lage kant tot de gewenste grenswaarden.
De uitgang van de op-amp stuurt via de schakeltransistor T 2 het relais. Zoals reeds gezegd, valt de uitgang van de op-amp niet helemaal op nul.



Figuur 9. Het oude europese sisteem met mechanische rem wordt gekenmerkt door een motorblok met twee aansluitingen, waarvan er eentje rechtstreeks met de akku verbonden is. De standaard-schakelaar is een eenpolig eksemplaar, waarvan één pool naar de batterij gaat.

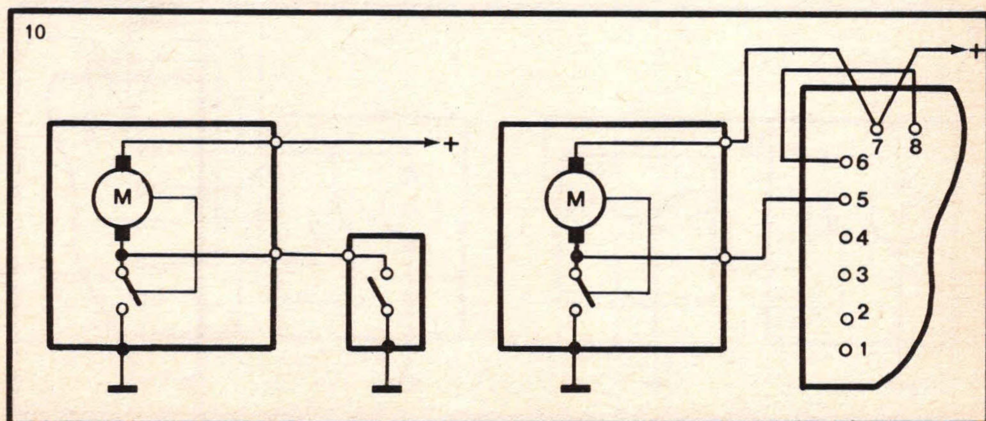
Om er nu van verzekerd te zijn, dat de schakeltransistor door deze kleine restspanning niet kan geleiden, zijn twee diodes D 5 en D 6 in de basisstuurkring opgenomen.
De diode D 7 beveiligt de schakeltransistor T 2 tegen de hoge spanning, die door de relaisspoel wordt opgewekt, vergramd als die steeds is als de stroom erdoor wordt afgesneden (mensen, die graag ingewikkeld doen spreken liever van de tegen-elektro-motorische kracht, kortweg temk van de spoel).

De zes relais-kontakten worden zonder meer beschikbaar gesteld aan zelfs de meest vreemdsoortigste wismotorschakelingen, die men bedacht heeft.

DE BOUW

Hoe het printontwerp eruit ziet, en hoe dit wordt getransformeerd in een werkende 'Wis-automaat', tonen respektievelijk de figuren 7 en 8.
De acht aansluitingen en de zes gaatjes voor de

Figuur 10. Het amerikaanse sisteem met mechanische rem. Eén aansluiting van de enkelpolige schakelaar gaat naar massa.



potmeters worden voorzien van soldeerlipjes. Nadien kunnen alle onderdelen gesoldeerd worden: hierbij letten op de juiste positie van elko's en diodes.

Het IC heeft aan een kant een inkeping, en deze zit er niet voor niets, maar wil er bescheiden op wijzen, dat het IC het niet leuk vindt, als het op een andere manier dan in de tekening aangegeven, in de print wordt gesoldeerd.

De assen van de potmeters worden tot 1,5 centimeter ingekort en dan tegen de soldeerlipjes gesoldeerd. Van het relaisvoetje worden de lipjes, gemerkt met 2 - 3 - 6 - 9 - 10 - 12 - 15 - 16, met een tangetje verwijderd, nadien past het in de print.

In verband met de grote stromen die er doorheen lopen, verdient het aanbeveling de zes printsporen, die de relais-kontakten met de soldeerlipjes verbinden, te voorzien van een dikke laag soldeertin.

De print kan in een TEKO model 333 kastje ingebouwd worden. Als men de print met metalen afstandsbusjes bevestigd, dan wordt de massa van de schakeling automatisch met het kastje verbonden.

HET INBOUWEN

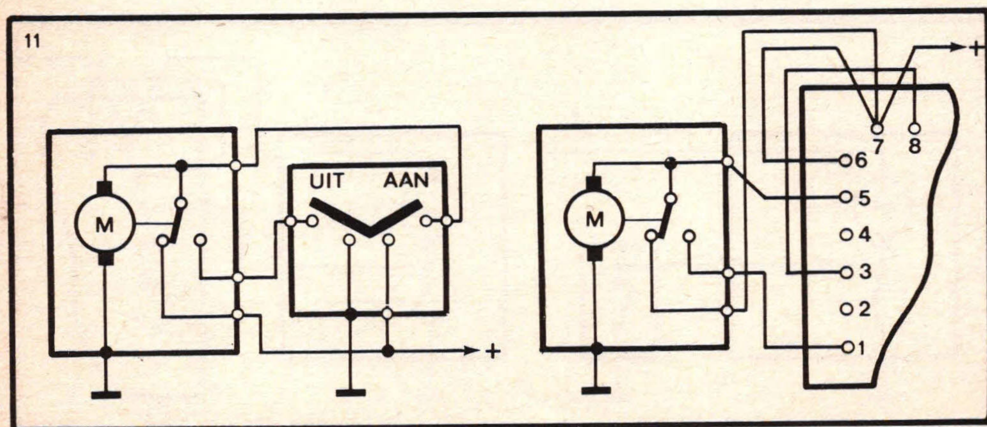
Het kastje kan ergens onder het dash-board gemonteerd worden. De verbinding tussen het chassis van de wagen en de massa van de schakeling komt dan automatisch tot stand. De voedingsklem van de schakeling wordt vervolgens met het kontaktslot verbonden.

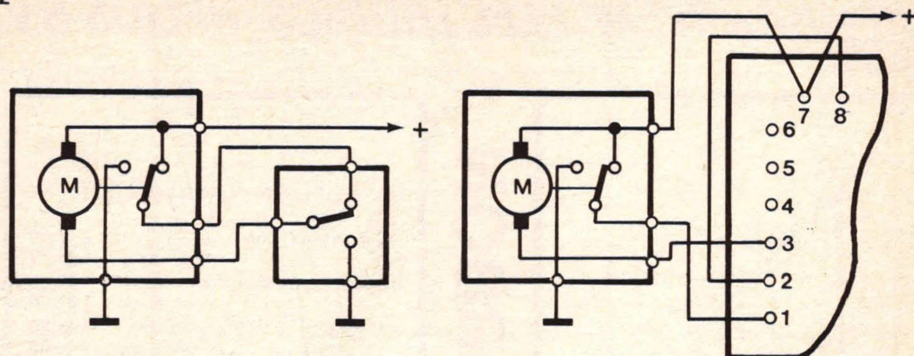
Het moeilijkste punt is het verbinden van de relaiskontakten met de wisschakeling. Er zijn verschillende sistemen ontwikkeld, en een garantie dat wij alle systemen opgespoord hebben, kunnen we uiteraard niet geven. In enige gevallen zal men dus, via een universeelmeter, zelf moeten uitzoeken, hoe uw automobiel klaar komt met zijn wissers.

Het probleem is, dat het niet volstaat de wissermotoren via een aan-uit schakelaar met de akku-spanning te verbinden. In dit geval zou het kunnen voorkomen, dat de wissers midden op de ruit blijven stilstaan. Om dit te voorkomen, is ieder systeem uitgerust met een in de motor ingebouwde zogenaamde parkeerschakelaar, die ervoor zorgt dat de wissers steeds een begonnen slag voltooien.

Een tweede moeilijkheid is, dat de wissermotor dan dadelijk moet stoppen, zodat de wisserbladen niet eventjes uitlopen en weer ergens op de ruit tot stilstand komen. Dit remmen gebeurde vroeger mechanisch en tegenwoordig elektrisch, door de motor kort te sluiten bij het bereiken van de parkeerstand. Een algemene elektrische wet is, dat een draaiende gelijkstroommotor, die wordt kortgesloten, onmiddellijk tot stilstand komt. Ook dit kortsluiten van de motor wordt door de parkeerschakelaar verricht.

Figuur 11. Europees sisteem met elektrische rem. De standaard-schakelaar heeft vier aansluitingen, waarvan een naar massa en een naar de batterij gaat. Aan het motorblok ontspruiten drie draden.





Figuur 12. Amerikaans sisteem met elektrische rem. Hier is de standaard-schakelaar een enkelvoudige omschakelaar, waarvan een kontakt aan het chassis zit. De overige gaan naar de motor, waarvan de derde aansluiting naar de akku gaat.

In de figuren 9 tot en met 12 zijn de meest voorkomende systemen getekend. Door het bestuderen van de bedrading van de ingebouwde ruitenwisserschakelaar, kan men meestal snel besluiten, hoe een en ander werkt. In de overige gevallen kan men, door met een ohm-meter de motoraansluitingen door te meten, achter het inwendige schema komen. Een lage weerstand tussen twee kontakten (ook het huis van het motorblok is een aansluiting) betekent, dat hiertussen de motor staat. Geen weerstand tussen twee kontakten wil zeggen, dat hiertussen de rustkontakten van de parkeerschakelaar geschakeld zijn. In de figuren zijn de parkeerschakelaars steeds in hun ruststand getekend. Een oneindige weerstand tussen twee aansluitingen wijst erop, dat hiertussen de werkkontakten van de schakelaar geschakeld zijn.
En komt U er ondanks alles niet uit, uw vast onderhoudsstation zal U zeker willen helpen!

WEERSTANDEN:

R 1 = 330 ohm, 1/4 watt
R 2 = 3,9 kohm, 1/4 watt
R 3 = 39 kohm, 1/4 watt
R 4 = 100 ohm, 1/4 watt
R 5 = 4,7 kohm, potmeter lineair
R 6 = 1 kohm, 1/4 watt
R 7 = 47 kohm, potmeter lineair
R 8 = 120 ohm, 1/4 watt
R 9 = 4,7 kohm, 1/4 watt

KONDENSATOREN:

C 1 = 220 uF, 16 V aksiale elko
C 2 = 220 uF, 16 V aksiale elko
C 3 = 47 pF, keramisch

HALFGELEIDERS:

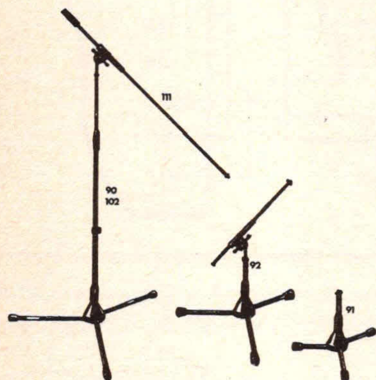
T 1 = 2 N 1613
T 2 = BC 107 A
IC 1 = TAA 861 A Siemens
D 1 = 9,2 V zenerdiode, 400 mW
D 2 = 1 N 914
D 3 = 1 N 914
D 4 = 1 N 914
D 5 = 1 N 914
D 6 = 1 N 914
D 7 = 1 N 914

DIVERSEN:

Een driedelige schakelaar met zelflossende toetsen.
Een Siemens kamrelais, 12 volt met 2 omschakelaars
Een voetje voor Siemens kamrelais
Een TEKO kastje, model 333



HAARLEM ELECTRONICS HELIOS B.V.



BOURBON

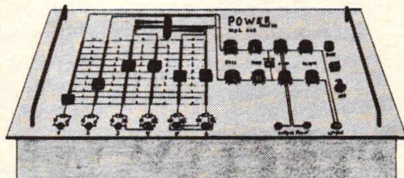
MICROFOON-STANDAARDS

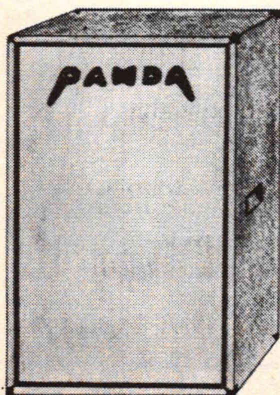
90 standaard licht,	gekleurd . . .	f 41,50
	verchroomd	f 45,50
102 standaard zwaar,	gekleurd . . .	f 47,25
	verchroomd	f 51,25
111 hengel,	gekleurd . . .	f 21,50
	verchroomd	f 24,00
91 standaard klein,	gekleurd . . .	f 13,50
	verchroomd	f 16,00
92 standaard/hengel,	gekleurd . . .	f 28,75
	verchroomd	f 31,25
red verloopnippel 3/8 = 5/8		f 3,00

MIXERS EN VERSTERKERS

TPK	409	9 kanaals equalizer .	f 470,00
MPK	603	2 kanaals discomixer	f 375,00
MPK	602	6 kanaals discomixer	f 530,00
MPK	605	6 kanaals discomixer	f 790,00
MPK	604	6 kanaals microfoon-mixer	f 745,00
APK	1702	1x80 Watt versterker-kit	f 265,00
APK	1501	1x150 Watt versterker-kit	f 405,00
APK	2802	2x80 Watt versterker-kit	f 445,00
APK	150	1x150 Watt versterker-rack	f 615,00
APK	280	2x80 Watt versterker-rack	f 650,00

POWER





PANDA

LUIDSPREKERKASTEN

Model 2125:

100 Watts r.m.s. sinus-vermogen
250 Watts muziek-vermogen
4 of 16 Ohm impedantie
30-17.000 Hertz frequentiegebied
1005 mm. hoog
635 mm. breed
280 mm. diep
25 kg. gewicht
2x 12 Inch luidsprekers

TWEE JAAR GARANTIE

PRIJS f 375,-

STILLE VEERKADE 11-13
TELEFOON 070-469200
DEN HAAG
POSTBUS 1415 - GIRO 201309
TELEX 32358
's Maandags gesloten

RADIO-SERVICE



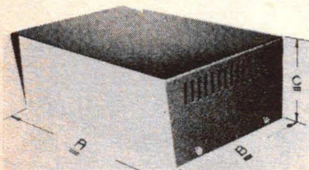
energiebesparende triac schakeling met handige hotel wipschakelaar moderne luxe vormgeving

Deze lichtregelaar laat zich op zeer eenvoudige wijze in elke bestaande inbouwdoos monteren. Door de wipschakelaar kan bij elke helderheidsinstelling aan en uit geschakeld worden.

Technische gegevens

- vermogen: te belasten met gloeilampen van 60-400 watt. kortsluitbeveiliging: glaszekering 2 Amp. flink.
- radio/TV ontstoring: volgens VDE norm 0875 Störgrad N.

29,95



Type	A	B	C	Prijs
D 1	220	140	80	*f* 40,20
D 2	250	150	100	*f* 50,35
D 3	300	220	120	*f* 57,90

Type D 1 t/m D 3 zijn met losse voor- en achterkant.
Tevens zijn het chassis en de voorkant in aluminium uitgevoerd.

Type	A	B	C	Prijs
B 1	120	120	120	*f* 17,00
B 2	300	220	120	*f* 28,00
B 3	350	240	150	*f* 34,50
B 4	400	270	125	*f* 44,10
B 5	220	140	80	*f* 18,20
B 6	250	150	100	*f* 22,60
B 7	225	125	60	*f* 17,50
B 8	150	190	100	*f* 20,40
B 9	175	240	120	*f* 23,00
B 10	200	240	120	*f* 26,70

Voor alle Types zijn aluminium Chassis leverbaar.



„WELLER"
25 Watt ***f* 14.95**

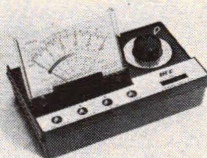


Driekanaals lichtorgel
Maximale belasting 3 x 1000 watt
3 x 300 watt kontinu
Uw eigen lichtshow voor ***f* 69,50**



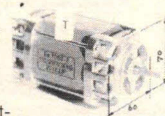
Philips Motor
110 V 50 Hz 2 W.
8 omw/m
***f* 5,95**

eenvoudig geschikt te maken voor 220 V door middel van een weerstand van 3K3 5 W. Bovenstaande prijs is incl. weerstand.



LT 801
20.000 Ohm-Volt
***f* 44,—**

Inductie Motor
110-220 V
50 Hz 160 Watt
2800 toeren
***f* 19,50**
Idem 110 V 60 Hz met aansluitgegevens ***f* 4,75**



**VALVO
VARICAP FM TUNER
FD1A
f 52,50**

AMTRON DEALER



Opbouw toerenteller
6000 toeren
6 en 12 volt.
***f* 39,50**

Ekstra Speciale AANBIEDING

9710 M
10 watt 7 ohm
***f* 47,50**

1050 M7
10 watt 7 ohm
***f* 49,50**

Dome Tweeter AD0160T8 of **T4**
10 watt 8 ohm
***f* 19,50**

AD7065W8
20 watt
***f* 29,50**



Condensator microfoon
600 Ohm incl.
windkap ***f* 39,50**

Sennheiser

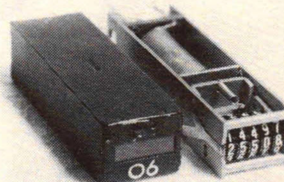


200 Ohm
Microfoon met zwanenhals ***f* 69,50**
Idem zonder zwanenhals echter met kabelhaspel ***f* 57,50**



FM microfoon
***f* 47,95**

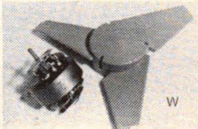
**DIT KOMT NOOIT MEER:
"TWENTHE" AANBIEDING
TELRELAIS 6 VOLT
4 CIJFERS à *f* 1,25
10 STUKS VOOR *f* 10,—**

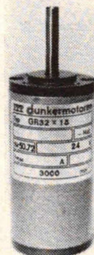


TELRELAIS

EKSTRA SPECIALE AANBIEDING

Vin + Motor
±20 cm Ø
kleur blauw
220 volt
Koele lucht voor *f* 7,95





Dunker motor, prof. uitvoering op kogellagers.
24 volt 3000 toeren
***f* 12,50**

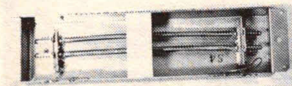
's MAANDAGS GESLOTEN

„TWENTHE" B.V.

STILLE VEERKADE 11-13
TELEFOON 070-469200
DEN HAAG
POSTBUS 1415 - GIRO 201309
TELEX 32358
's Maandags gesloten



Een dynamische microfoon in rood of blauw, 50 kOhm. Natuurlijk een aan/uit-schakelaar en een ruim aansluitsnoer.
Twenthe-prijsje
ƒ 39,50

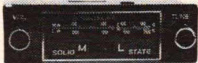


Echoveren
Klein model **ƒ 8,50**
Groot model **ƒ 13,—**

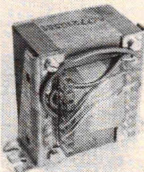


Nu, eindelijk ook voor de amateur, een ±10 cm **beeldbuisje,** 70°.
Bij een klein buisje hoort een klein prijsje **ƒ 39,50**

Weltklang: autoradio
12 Volt min aan massa lange en middengolf **ƒ 69,50**



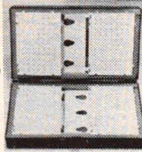
Ekstra speciale "Twenthe" aanbieding
Trafo
prim.: 220 Volt
sec.: 15 Volt
3 Amp. **ƒ 9,50**

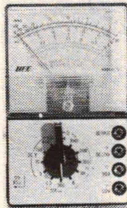




Hoorn luidspreker
15 watt 8 ohm
ƒ 37,50

Nu experimenteren zonder solderen. Voor laboratorium, scholen, amateurs enz.
4x S-decks in een stevige koffer
ƒ 67,50

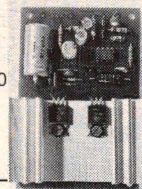


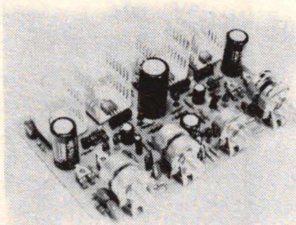


LT503 5000 ohm-Volt **ƒ 31,50**

P.A. 15:
15 watt eindversterker DIN 45.500
ƒ 35,60

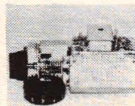
P.A. 4:
4 watt eindversterker **ƒ 17,—**





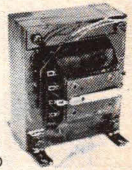
„MONACOR"
15 Watt
„Stereo" versterker **ƒ 69,50**

Trafo hiervoor **ƒ 21,50**



Nieuw!
V.H.F. kanaalkiezer
met 3 transistoren in Torvoet (o.a. AF139).

Ekstra speciale Twenthe aanbieding.
Nu voor de prijs van één goede H.F.-tor
ƒ 3,95



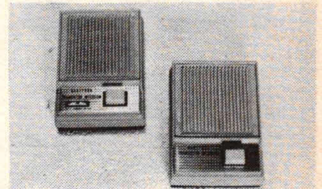
"AD9026" =
110-220 Volt
Sec. 2x 280 Volt
±100 mA
1x 4+5 Volt 1 Amp
1x 6,3 Volt 1,1 Amp
1x 6,3 Volt 3,5 Amp **ƒ 13,95**
10 stuks betalen 11 halen!
Idem AD 9017
Prim. 110-220 Volt
Sec. 6 Volt 3 Amp **ƒ 4,50**
11 halen 10 betalen



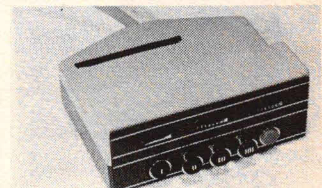
Kekkoh HiFi Box.
met Philips AD8066 + Dome tweeter 8 ohm

2 stuks ƒ 279,—

Babyfoon
met oproepsignaal
Twenthe decemberprijsje ƒ 32,50



NIEUW IN DOOS
met schema en aansluitgegevens. Afstandsbediening met 5-toets schakelaar. Pluggen, 7 meter 21-aderig kabel tevens print met fet C.S. en R.S.
1x ƒ 8,95
10x ƒ 79,50
100x ƒ 695,—



Shannon L.S.-set
Houtpakket + AD8065 + Dome tweeter 4 Ohm.
2 sets **ƒ 225,—**



MOEILIJKE WOORDEN

Is de decibel-berekening voor een deel van de geluidsamateurs een volmaakt mysterie, voor anderen — meer ingewijden — blijkt deze tot allerlei informaties te leiden. In wezen is het niet zo moeilijk, mits men maar weet, dat de decibel-berekening een soort wiskundig kortschrift is. Het systeem veroorlooft de versterkings- en dempingsgegevens eenvoudig bij elkaar te tellen of van elkaar af te trekken en zo tot overzichtelijke resultaten te leiden. De formule luidt:

$$p = 20 \log \frac{U_1}{U_2} \text{ (dB)}$$

waarbij U_1 en U_2 de beide betrokken spanningen zijn, 'p' staat voor vermogen en log de afkorting is voor de decadische logaritme. Men behoeft slechts de grotere spanning door de kleinere te delen (bij dempingswaarden komt een 'min-teken' vóór de decibel-aanduiding), van deze uitkomst de logaritme te nemen en dit weer met 20 te vermenigvuldigen.

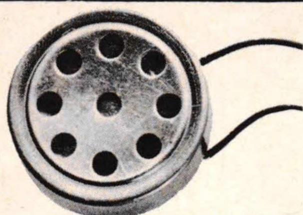
DECIBEL-BEREKENING

Procent	Verhouding	Decibel-waarde
100	1	0
98,8	1,25	1,94
97,2	1,5	3,52
94,4	1,75	4,86
91,6	2	6,03
89,1	3	9,55
84,1	4	12,06
79,4	5	14,0
74,9	7,5	17,5
70,8	10	20
63,1	12,5	22
56,2	15	23,5
50	20	26
42,1	25	28
39,4	30	29,5
35,5	40	32
31,6	50	34
25,1	75	37,5
20	100	40
15,9	150	43,5
12,6	200	46
10	250	47,9
5	300	49,5
3,2	350	50,8
2	400	52,0
1	500	54,0
0,5	550	54,9
0,3	600	55,6
0,2	700	56,9
0,1	800	58,9
0,05	900	59,1
0,03	1000	60
0,02	2000	66
0,01	5000	74

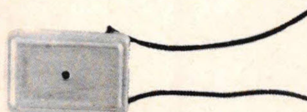
Nu hebben we u een soort 'sleutel' in handen gegeven, waarmee, ook zonder kennis van hogere wiskunde, de decibel-berekening te gebruiken is: namelijk de hierbij weergegeven decibel-tabel. Men behoeft alleen nog maar de verhouding van de beide spanningen te berekenen (zie boven) en de daarbij behorende waarden in de tabel af te lezen.

Kennis van deze decibel-berekening is daarom van zoveel nut, indien men uit prospectusgegevens een en ander omtrent het betreffende apparaat wil weten. Zo betekent de vermelding, dat het apparaat een signaal—ruisverhouding heeft van 54 dB, dat de spanningswaarde van de grondruis tot de voluitsturing zich verhoudt als 1 : 500.

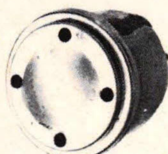
Bron: 'Wenken en Trucs voor geluidsbandamateurs'.
Uitgave Agfa-Gevaert. Bestelnr. 726 N.



MC-9 Microfoonkapsel/kristal
25,5 x 9,5 mm *f* 5,35



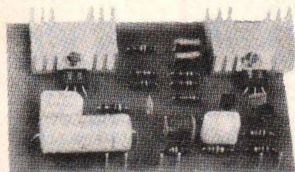
MC-10 Magnetische *f* 9,95
microfoonkapsel 19 x 7 x 13 mm



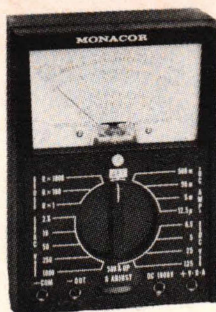
SA-18 Dynamische
microfoonkapsel met beschermd
membraam *f* 5,95



f 13,75
SI-40 Soldeerbout 220V / 30W



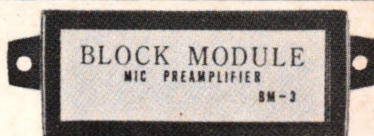
OTL-520 Hifi-versterker-moduul
8W 10-20.000 Hz *f* 27,50



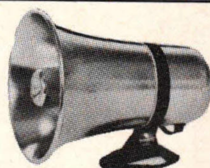
MT-280 Universeelmeter
gelijkspanning 8000 ohm/V
0. . 0,5/5/25/125/500/1000V
wisselspanning 10000 ohm/V
0. . 2,5/10/50/250/1000V
gelijkstroom 0. . 12,5 uA/5
mA/50 mA/500 mA
weerstandsbereik 0. . 10K/0. . 1M/
0. . 10M
decibelbereik 5 bereiken van
−20dB tot +62dB
meetwerk 11 uA *f* 95,00



f 12,50
MC-101 Miniatuur dasspeld-
microfoon / dynamisch



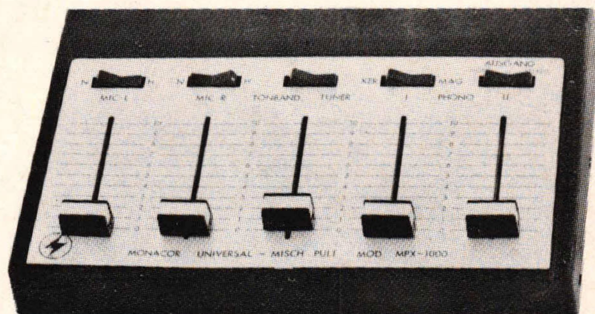
BM-31 Toongenerator-moduul,
instelbaar *f* 12,80
BM-32 Metronoom-moduul,
instelbaar *f* 10,95
BM-51 27 Mc ontvanger-
moduul *f* 16,50
BM-60 Sirene-moduul (huiltoon)
f 12,50



DS-12L Electronische sirene
met hoornluidspreker *f* 104,50



REV-25 Prof *f* 139,50
nagalmversterker, 4 ingangen



MPX-1000 Stereo-mengpaneel met silicium transistoren. *f* 189,00

Condities: Postorders rembours of bij vooruitbetaling (ook met bank- of giro-cheque). Franco verzending boven f 100,— bij vooruitbetaling franco boven f 50,—. Voor Belgie alleen bij vooruitbetaling.



electronica

HOOFDSTRAAT 5 EMMEN
Tel. 05910 - 13580

Zwanestraat 24-24a-26-26b Groningen
Tel. : 050-128890-133793
Giro : 852778
Bank: ABN-gron.nr.: 57.01.23.569
NMB-gron.nr.: 66.97.65.112